



**Iluminação Pública em Espaço Urbano –
Recomendações de referência e aplicação às Avenidas Novas em
Lisboa**

André João Patrício Borralho

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Arquitectura Paisagista

Orientador: Doutora, Maria Manuela Cordes Cabêdo Sanches Raposo Magalhães

Co-Orientador: Arquitecto Paisagista, João Rocha e Castro

Júri:

Presidente: Doutor Luís Paulo Almeida Faria Ribeiro, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Vogais: - Doutora Maria Manuela Cordes Cabêdo Sanches Raposo de Magalhães, Professora Auxiliar Aposentada do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

- Doutora Ana Luísa Brito dos Santos de Sousa Soares Ló de Almeida, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

- Doutor Pedro Miguel Ramos Arsénio, Assistente do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Lisboa, 2012

Agradecimentos

Um agradecimento à Professora Manuela Raposo Magalhães pelo trabalho de orientação, revisão e profissionalismo durante a elaboração desta dissertação.

Ao Arquitecto João Rocha e Castro pela possibilidade de estágio na C.M.L. e pela sua disponibilidade e atenção dispensadas.

Aos meus pais, que durante este processo foram essenciais na motivação e realização deste trabalho. E por todo o apoio dado durante toda a minha vida académica.

À minha namorada, Ana Catarina, por toda a paciência e amor durante este período.

Aos amigos e colegas “de sempre” que conheci no ISA e que foram indispensáveis para que finalizasse o meu mestrado e iniciasse a minha prática profissional.

Por fim agradeço a todas as pessoas que directa ou indirectamente contribuíram ao longo da minha vida para chegar a este lugar.

RESUMO

Os sistemas de iluminação pública desempenham funções essenciais nas dinâmicas de circulação nocturna e de segurança dos centros urbanos sendo por isso, indissociáveis das políticas de ordenamento da cidade.

Este trabalho tem como objectivo destacar a importância da compreensão da iluminação pública urbana no âmbito da arquitectura paisagista. As suas características técnicas, a influência que tem no bem-estar das pessoas, as possibilidades de desenho no espaço público, cuidados ambientais a ter em conta, bem como informações chave na relação do arquitecto paisagista com a iluminação pública.

A história da iluminação pública de Lisboa constitui a primeira fase da pesquisa bibliográfica em conjunto com as características da luz e da visão humana. Ainda na fase de pesquisa, uma abordagem em termos de planeamento e funções da iluminação pública em espaço urbano. A parte prática, posterior à fase de pesquisa bibliográfica, aborda o Plano Estratégico do Espaço Público de Lisboa (PEEPL), de onde se destaca a elaboração de um plano estratégico de iluminação. Através do diagnóstico do PEEPL e da iluminação existente, procedeu-se à realização de uma proposta dentro do plano geral de iluminação para uma área nas Avenidas Novas.

Este documento contém informações normativas de iluminação de espaço público de interesse para o arquitecto paisagista, tanto em termos projectuais como de ordenamento.

Palavras-chaves: Iluminação pública, Ordenamento, Arquitectura Paisagista,

ABSTRACT

Public lighting systems play essential roles in the night movement dynamics and safety of urban centers, therefore making them inseparable from the city planning policies.

This paper aims to bring forth the importance of understanding urban public lighting in relation with landscape architecture. Its technical features, the influence it has on people's welfare, the design possibilities in public space, environmental care to take in mind as well as key information in the relationship between the landscape architect and public lighting.

Lisbon's lighting history is the first phase of the literature research, together with light and human vision features. Still in the research phase, an approach in terms of planning and functions of public lighting in urban space. The practical part of this paper, addresses the Lisbon's Public Space Strategic Plan (PEEPL), where states the development of a strategic plan for lighting. Through the PEEPL diagnosis and the existing public lighting, proceeded to carry out a proposal within the general lighting plan for an area in the Avenidas Novas.

This plan contains normative information about public lighting, of interest to the landscape architect, in terms of planning as well as small scale project.

Key-words: public lighting, Planning, Landscape Architecture

ABSTRACT EXTEND

Public lighting is quite recent in Portugal, it was first installed in the late years of the XVIII century. Back then each lamp had to be ignited individually, because they were fueled by oil. Usually the streets with the most movement were the ones elected to belong to the lighting system. The lighting systems started to evolve from oil to petroleum, later gas and finally electricity. Lisbon grew and so did the lighting system, but it was never really planned, at least not in a general plan of lighting with the focus of improving its service and creating a structure.

The public lighting is directed mainly at the people, and allowing them to extend their day, with all the security and comfort available. So in order to understand how people behave and feel at night it is important to have in mind certain factors related to the light and people's vision.

This information will be very important to understand elements related to people's welfare and lighting technical features. It's important to understand how people perceive movement safety and visual comfort, so it can be translated to a city's lighting plan.

The lighting sources and supports are also fundamental, it is important to know their characteristics, what kind of placement is more appropriate for each type of street, the uniformity needed, the height of the post or simply what light color is more suitable for each situation.

In the planning of public lighting there are other two aspects of great importance, these are design possibilities in public space and environmental care. It's important to know how the urban space can be divided and structured, so that the public lighting can act also as an orientation tool, during the night but also at day time. This feature can enhance or give a place its identity, connect areas or divide them. In green spaces light at night can make or break the possible activities or the perceived beauty.

Public lighting planning also has to take environmental care into consideration. Light pollution is nowadays a very disturbing menace to animal and even human behavior. It's no longer seen as an astronomer's problem. Also energy consumption is something to take great care of, since most of the energy used is not entirely sustainable.

In my opinion, public lighting is very important for the landscape architect, not only in the city planning sense but also in the individual green space planning. The landscape architect plans the outdoor spaces in most of its senses but often the night time is forgotten. Because of its interdisciplinary formation, it's important for the landscape architect to bond with this

urban feature. The way the light can bring life into its creation or simply given a forgotten place new life simply by working with how the light can impact it.

The practical part was done based on the contents discussed in the previous part of this thesis and it is based on the Lisbon's Public Space Strategic Plan. This plan aims to unite several aspect of the public place like lighting, street advertisement, pavements, green spaces, amongst others, with the general city plan. Many of these aspects are not thought out in the city as a whole, being interpreted individually in its space, many times creating confusion.

It is later proposed a lighting plan based on the areas and roads way detailed in the PEEPL, detailing the needs and potentialities this features have. Its intent is to, with further in-depth analysis; determine the right structure for each feature and to the city as a whole.

An area of the Avenidas Novas was selected to be analyzed more in-depth, so it could be determined what is correct and positive and what is not. With this analysis it is possible to interpret the area and plan it accordingly. In this small scale can be still be seen this approach can help improve the public lighting service and even the identity with which Lisbon can be seen during night time.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	1
1. HISTÓRIA da ILUMINAÇÃO PÚBLICA em LISBOA e na ACTUALIDADE MUNDIAL	3
1.1. BREVE ABORDAGEM HISTÓRICA da ILUMINAÇÃO PÚBLICA em LISBOA	3
1.2. MUNDO CONTEMPORÂNEO	5
2. CARACTERÍSTICAS da VISÃO HUMANA e da LUZ	6
2.1. VISÃO HUMANA.....	6
2.2. LUZ	8
3. PLANEAMENTO e FUNÇÕES da ILUMINAÇÃO PÚBLICA em ESPAÇO URBANO	11
3.1. FACTORES HUMANOS	14
3.2. FACTORES TÉCNICOS	18
3.2.1. Fontes de Luz	18
3.2.2. Luminárias e Suportes	22
3.3. DESENHO URBANO	29
3.4. FACTORES AMBIENTAIS	41
3.5. ERROS COMUNS	45
4. ARQUITECTURA PAISAGISTA e ILUMINAÇÃO PÚBLICA	48
5. PROJECTO de ILUMINAÇÃO PÚBLICA para a CIDADE de LISBOA.....	51
5.1. COMPATIBILIDADE com o PDM	51
5.2. PLANO de ILUMINAÇÃO PÚBLICA para LISBOA	54
5.2.1. Espaços Canais	54
5.2.2. Espaços Singulares	56
5.2.3. Estrutura Verde	57
5.2.4. Unidades Homogéneas de Espaço Público.....	59
5.3. PROPOSTA de PLANO de ILUMINAÇÃO para as AVENIDAS NOVAS.....	62
5.3.1. Análise da Área da Proposta.....	62
5.3.2. Aspectos Negativos na Iluminação da Área de Estudo	63

5.3.3. Aspectos Positivos na Área de Estudo.....	66
5.3.4. Proposta do Plano de Iluminação.....	67
6. CONCLUSÃO	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
ANEXO 1 - Luminárias Existentes na Área de Estudo.....	77
ANEXO 2 - Proposta de Iluminação Pública para a Área de Estudo.....	78

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Iluminação a azeite num lampião, no início do séc. XIX. Fonte (Duarte, s. d. in Cordeiro, 2006).....	3
Figura 2 – Arco voltaico usado em Lisboa. Fonte (Duarte, s. d. in Cordeiro, 2006)	4
Figura 3 – Exemplo de iluminação contemporânea num jardim. Fonte (Licht.de).....	5
Figura 4 - A) Durante o dia, a performance visual e os contrastes encontram-se nos níveis ideais. B) Com a iluminação nocturna as formas e as cores são distinguidas com alguma dificuldade, mas ainda perceptíveis. C) À luz da lua a percepção das cores e das formas encontra-se no mínimo. Fonte (Licht.de).....	7
Figura 5 - Curva de sensibilidade visual. Fonte (Silva, 2010).....	7
Figura 6 - Espectro visível. Fonte (Silva, 2010).	8
Figura 7 - Vários tipos de iluminância. Fonte (Licht.de).	9
Figura 8 - Espectro de temperatura de cor. Fonte (Silva, 2010).	10
Figura 9 - A luz mais próxima deixa uma tonalidade amarelada nas paredes que ilumina, sendo pouco fidedigna à cor real da parede. As luzes mais afastadas apresentam um índice superior de restituição de cor, notando-se melhor as cores do edifício ao fundo.....	10
Figura 10 - Uma camada base de iluminação, dará maior valor a luzes decorativas ou de lojas. Este é um efeito apreciado pelas pessoas em geral. Fonte (licht.de)	16
Figura 11 - Os espaços pessoais de Edward Hall.	17
Figura 12 - Em valores superiores a 1 lux, de iluminância semi-cilíndrica, é possível identificar pessoas em aproximação. Estes valores são medidos a 1,5m do chão.....	17
Figura 13 - Índice de reprodução de cores de diferentes lâmpadas. Fonte (Harris;Dines, 1998).....	21
Figura 14 - Distribuição de luminárias em estradas sem plataforma central. Fonte (Revista Indalux, 2002).....	23
Figura 15 - Diferentes tipos de distribuição de luz. Fonte (Paulin, 2001).	25
Figura 16 - A falta de uniformidade na iluminação cria zonas escuras muito perigosas para a circulação automóvel e pedonal. Fonte (Licht.de).	26
Figura 17 - A Alameda Dom Afonso Henriques surge destacada através duma maior intensidade e diferente cor na iluminação. Toma uma posição de destaque, importante como um ponto de orientação.	33
Figura 18 - Exemplos de iluminação "uplighting". Fonte (Harris;Dines, 1998).	35
Figura 19 - Exemplo de iluminação de silhueta. Fonte (Harris;Dines, 1998).	35

Figura 20 - Exemplos de iluminação de textura e sombra. Fonte (Harris;Dines, 1998).	36
Figura 21 - Exemplo de iluminação de destaque. Fonte (Harris;Dines, 1998).	36
Figura 22 - Exemplos de iluminação de caminhos a baixa altura. Fonte (Harris;Dines, 1998).	37
Figura 23 - A Iluminação de espaços de ampla dimensão deve-se limitar aos caminhos principais. Fonte (Licht.de)	38
Figura 24 - Exemplo de iluminação cénica numa árvore. Fonte (Licht.de).	39
Figura 25 - Exemplo de Iluminação aquática no Rio Sèvre, França. Fonte (Narboni, 2010).	39
Figura 26 - Iluminação arquitectónica numa ponte sobre o Grande Canal em Hangzhou, China. Fonte (Narboni, 2010).	40
Figura 27 - Iluminação nos miradouros deve ser menos intensa do que na envolvente.	41
Figura 28 - Exemplo de um halo luminoso. Repare-se na claridade criada mesmo numa noite sem nuvens.	41
Figura 29 - As diferentes intensidades que a luz é reflectida pelas superfícies, consoante a distância dos equipamentos. Fonte (Schröder, 2005).	43
Figura 30 - A utilização de balastros electrónicos reduz o consumo de energia das luminárias ao longo do período nocturno, através da regulação da luz para níveis inferiores em horas de menos movimento. Fonte (USAID, 2010).	45
Figura 31 - Exemplo numa rua em Lisboa.	46
Figura 32 - Falta de uma estrutura leva a situações deste género.	46
Figura 33 - Embora exista a presença de árvores nesta rua, o nível de iluminância é exagerado como visto até nas fachadas dos prédios.	47
Figura 34 - Plano Estratégico do Espaço Público de Lisboa.	53
Figura 35 - Área da proposta.	62
Figura 36 - Perfil 2 definido por uma via com separador central arborizado.	63
Figura 37 - Os vários tipos de luminárias existentes na área de estudo.	64
Figura 38 - Com a Avenida Fontes Pereira de Melo a meio, distinguem-se os locais em cima onde existiram alterações, ocorreu a colocação de equipamentos novos, em contraste com a área a baixo menos intervencionada. Cada círculo de diferente cor representa um tipo diferente de luminária...	65
Figura 39 - Ponto escuro na Rua de Santa Marta, ausência de equipamento de iluminação.	66
Figura 40 - Excesso de luz causado pela proximidade de três luminárias num espaço pequeno.	66

Figura 41 - Exemplo de luminárias de dispersão difusa no jardim da Praça José Fontana e na Rua Pedro Nunes, respectivamente.	66
Figura 42 - Boa visão panorâmica em todo o Jardim do Arco do Cego.....	67
Figura 43 - Exemplo de luminária para uma tipologia de via com plataforma central arborizada.....	68
Figura 44 - Exemplo de equipamento para vias arborizadas sem plataforma central.	69
Figura 45 - Proposta para as vias canais. Os pontos vermelhos indicam a tipologia de iluminação para vias de 2º nível, os pontos azuis as vias com plataforma central arborizada, e a amarelo as vias arborizadas sem plataforma central.	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Listagem de vias em que foram instalados candeeiros no primeiro período de iluminação, entre 1780 e 1792. Fonte (Funchal, 1908 in Cordeiro, 2006).	3
Quadro 2 - Características das fontes de iluminação normalmente usadas em espaços exteriores....	19
Quadro 3 - Vantagens e desvantagens da iluminação LED.	20
Quadro 4 - Características de distribuição de luz das luminárias.	25
Quadro 5 - Níveis de luminância nas diferentes classes de vias.	27
Quadro 6 - Resumo das características de iluminação para o arquitecto paisagista.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS

cd – candelas (unidade de medida básica do sistema internacional de unidades para a intensidade luminosa)
CML – Câmara Municipal de Lisboa
E.U.A – Estados Unidos da América
IRC – Índice de Restituição de Cor
LED – Light Emitting Diode (Diodo Emissor de Luz)
lm – lúmen (unidade de medida de fluxo luminoso)
Lx – lux (unidade medida da iluminância)

PDM – Plano Director Municipal de Lisboa

PEEPL – Plano Estratégico do Espaço Público de Lisboa

RNAE – Rede Nacional de Associação das Agências de Energia e Ambiente

s.d. – sem data

INTRODUÇÃO

Quando o sol se põe, e toda a luz natural desaparece, um novo mundo iluminado surge, de natureza artificial sim, mas que permite ao ser humano prolongar o seu dia por mais horas do que naturalmente seria possível. Com a existência da luz artificial surgem novos interesses, vivências, paisagens, entre outros elementos, que muito fascinam o homem.

A luz artificial contribui para a operacionalidade e existência do espaço público durante o período da noite, podendo ser um elemento simplesmente de orientação, como também revelador de beleza ou belo em si mesmo.

Actualmente, a qualificação do espaço pela iluminação é tratado de forma mais local (ao nível da rua, praça, etc.), deixando de parte a escala da cidade, criando deste modo uma “manta de retalhos” de iluminação urbana. Um ordenamento à escala da cidade trará para a noite, alguma da personalidade existente de dia em alguns espaços da cidade.

O tema de iluminação pública urbana é extenso e complexo. A falta de conhecimento sobre este tema devido à limitada abordagem na formação académica do arquitecto paisagista tornou necessário em primeiro lugar obter e aprofundar conhecimentos mais gerais em relação ao tema da iluminação do espaço público.

Para a elaboração deste plano, foi necessário obter conhecimentos de variada ordem, desde a história da iluminação pública de Lisboa, essência da luz, características da visão humana até à forma como se desenvolve um projecto de iluminação, seus conceitos e princípios.

No primeiro capítulo é retratada a história da iluminação pública em Lisboa desde a sua introdução em 1780, com candeeiros a azeite, até à passagem definitiva a uma iluminação a electricidade, em 1965, passando por todas as alterações ocorridas. A vertente contemporânea em termos mundiais é também brevemente abordada neste capítulo.

No segundo capítulo estão desenvolvidas as características da visão humana, como a acuidade visual, sensibilidade ao contraste, entre outras. São também abordadas as características da luz das quais se destacam a luminância, iluminância, índice de reprodução de cor. É destacada a importância do conhecimento das características da visão humana na criação de planos de iluminação.

O terceiro capítulo aborda o planeamento e funções da iluminação pública em espaço urbano, conteúdos de carácter técnico em termos de conceitos e características de iluminação pública. São desenvolvidos aspectos humanos, técnicos, desenho urbano e ambientais, que devem sempre ser tidos em consideração num plano.

No quarto capítulo, é feita uma abordagem à relação entre a arquitectura paisagista e a iluminação, tanto no domínio de ordenamento do território como na vertente de projecto. A importância desta ligação com o trabalho mais técnico da engenharia poderá melhorar as alterações elaboradas no espaço público.

Por fim, no quinto capítulo é apresentada a proposta do plano de iluminação pública, proveniente do Plano Estratégico para o Espaço Público de Lisboa, um documento que pretende ter uma sinergia com o Plano Director Municipal de Lisboa.

Pretende-se com a presente proposta, analisar em conjunto, estabelecer e aprovar um documento normativo e de gestão, a implementar em futuros projectos externos e internos da Câmara Municipal de Lisboa (CML).

A cidade de Lisboa actualmente não possui um elemento organizacional de iluminação pública, encontrando-se apenas o historial das intervenções feitas ao longo dos anos através de projectos de urbanismo, arquitectura e arquitectura paisagista, em conjunto com a Divisão de Iluminação Pública da CML.

A falta de um fio condutor é notório na cidade, pelos projectos que se foram realizando com o selo deste ou daquele arquitecto, que muitas vezes desfiguraram o aspecto da cidade e a forma como as pessoas a vêem.

Este plano de iluminação tem como objectivos fundamentais definir quais as tipologias de iluminação para a cidade de Lisboa, identificação dos critérios e construção de matrizes de avaliação para análise das peças existentes, identificar e cartografar as tipologias de iluminação para a cidade, promover o aumento de eficiência luminotécnica e redução de gastos energéticos.

Visando deste modo potencializar uma melhor gestão municipal dos recursos e dos espaços através de uma melhor recuperação, reposição e manutenção dos equipamentos e tipos de iluminação existentes.

Será apresentada uma proposta para uma área de Lisboa, localizada nas Avenidas Novas. Através de uma análise são referidos aspectos negativos e positivos da situação actual do sistema de iluminação pública na área. A proposta será feita com base nesta análise, e no conhecimento obtido através do estudo de formas de iluminação pública, analisada ao longo deste trabalho. Um melhoramento do serviço de iluminação pública em termos funcionais, de gestão e estéticos são apresentados nesta proposta.

1. HISTÓRIA da ILUMINAÇÃO PÚBLICA em LISBOA e na ACTUALIDADE MUNDIAL

1.1. BREVE ABORDAGEM HISTÓRICA da ILUMINAÇÃO PÚBLICA em LISBOA

A iluminação pública em Lisboa começa no ano de 1780, com iluminação a azeite, em candeeiros oferecidos pela Rainha, para iluminar as ruas mais importantes da cidade (Quadro 1). Estes foram retirados em 1792 devido à falta de financiamento do azeite para os candeeiros, que era feito através de cobranças aos habitantes das ruas iluminadas. Passados 10 anos as ruas voltaram a ser iluminadas para satisfazer a vontade da Rainha, que incluía a expansão para mais ruas, para além daquelas que estariam iluminadas em 1792. É criado um imposto para manter este sistema.¹ Os candeeiros então utilizados eram os famosos lampiões ou candeeiros de cegonha (Figura 1), descritos por Fernando Silva (1998), “Os lampiões eram constituídos por três partes: o varão ou haste, a consola com a sua chaminé e, no interior desta, a lanterna. Os candeeiros mais antigos eram suspensos por uma corrente ou corda que, ao longo do varão e da parede, se vinha prender numa fechadura que era aberta para fazer subir ou descer o depósito do combustível e assim proceder-se à sua limpeza e também acender-se ou apagar-se”.



Figura 1 - Iluminação a azeite num lampião, no início do séc. XIX. Fonte (Duarte, s. d. in Cordeiro, 2006).

Praça do Comércio, desde a Praça do Comércio pela Boa Vista, da Boa Vista até à Tapada e Alto da Nossa Senhora da Ajuda, da Praça do Comércio a oriente para nascente até à Cruz da Pedra;
Ruas que saem do Rossio e do Chiado;
Rua Nova do Almada; Rua dos Mártires; Loreto; Rua Nova do Carmo; Largo do Carmo; Calçada do Duque;
Azeitona de S. João Baptista (Charneca); Rua Larga do São Roque até à Esperança;
Rua da Rosa das Partilhas; Rua do Carvalho;
Rua do Alecrim; Praça do Cais do Sodré;
Várias ruas compreendendo o Arsenal real do exército, Rua do Paraíso, Campo de Santa Clara, Freguesias de São Lourenço e São Cristovão.

Quadro 1 - Listagem de vias em que foram instalados candeeiros no primeiro período de iluminação, entre 1780 e 1792. Fonte (Funchal, 1908 in Cordeiro, 2006).

¹ Cordeiro, 2006

Em 1848 é inaugurado o novo sistema de iluminação a gás. Este, também é implantado nas ruas e praças principais daquela época, o que, em comparação com o quadro dos candeeiros a azeite, representava algumas diferenças. A iluminação a gás é feita através da criação de uma rede de canalizações subterrâneas. Entretanto, as freguesias mais periféricas do centro de Lisboa eram iluminadas por candeeiros a petróleo, que acabaram por ser o substituto dos óleos naturais nestas áreas. Os seus candeeiros a gás iluminavam a zona central da cidade e gradualmente foram-se estendendo a toda a cidade. Após as exposições internacionais de Electricidade dos anos 70, do séc. XIX, o fascínio pela iluminação eléctrica espalhou-se, levando muitos líderes a fazer experiências nas suas cidades, como é o caso do rei D. Luís I na comemoração do seu aniversário, para a qual foram colocados arcos voltaicos, a electricidade, no Chiado (Figura 2). Estes foram colocados à experiência e passados alguns meses deixaram de estar em funcionamento



Figura 2 – Arco voltaico usado em Lisboa. Fonte (Duarte, s. d. in Cordeiro, 2006)

por serem demasiado dispendiosos. Continuam no entanto a existir candeeiros a electricidade, mas híbridos com gás, também na Avenida da Liberdade e em praças vizinhas. Apenas depois da primeira Guerra Mundial é que a iluminação eléctrica teve a sua expansão e entretanto os candeeiros a gás vão-se instalando pelas ruas de Lisboa.²

Com o início da primeira Grande Guerra em 1914, começa a escassez na distribuição de carvão em Portugal, a matéria-prima principal do fabrico do gás manufacturado. Começam a ser substituídos os arcos voltaicos, por candeeiros a petróleo. No início dos anos vinte deu-se o crescimento da iluminação eléctrica, nomeadamente com lâmpadas de incandescência, em Lisboa. Em 1923, por toda a cidade, as ruas não são apenas iluminadas por sistemas a gás. Este sistema irá durar até 1965, através de 500 candeeiros instalados desde o fim dos anos 20 apenas os bairros mais antigos como o Bairro Alto, Alfama, Mouraria, Madragoa... A iluminação eléctrica passa depois dessa data a ser a única iluminação pública. Existiram entretanto várias mudanças e adaptações nos equipamentos devido à evolução das fontes luminosas utilizadas.³

² Cordeiro, 2006

³ Cordeiro, 2006

1.2. MUNDO CONTEMPORÂNEO

Com o aparecimento dos primeiros *designers* especializados, na década de 80, os autarcas e os urbanistas consciencializaram-se das possibilidades da luz urbana e o nascimento do urbanismo da luz fizeram progressivamente da cidade e da noite o lugar de novos desafios (Figura 3), dos quais o espaço urbano nocturno deu lugar às mais diversas experiências, algumas com êxito, outras que se revelaram um insucesso.

Nos anos 90 observaram-se teorias díspares entre os que desejam tratar o espaço público nocturno como um lugar de convívio quotidiano e os que preferem encorajar o espectáculo e a proliferação das iluminações patrimoniais.

Presentemente a iluminação pública é uma das mais importantes componentes do espaço urbano. Tendo como base um simples equipamento, evolui para um verdadeiro instrumento de ordenamento.



Figura 3 – Exemplo de iluminação contemporânea num jardim. Fonte (Licht.de)

Esta reflexão circunscreveu-se, na imensa maioria dos casos, apenas aos limites físicos das nossas cidades. Alguns, por paixão, lamentam-no, enquanto outros, pelo contrário, reivindicam essa fronteira intransponível. A área urbana, a paisagem limítrofe da cidade, os campos, a imensa diversidade de locais disponíveis aos olhares dos habitantes das cidades ou dos visitantes estão assim, hoje, como que totalmente ausentes do nosso novo imaginário nocturno. No entanto, o turismo nocturno desenvolve-se na Europa, é obviamente urbano, mas propõe, simultaneamente, percursos ao coração das zonas históricas, itinerários de descoberta do património iluminado, visitas a portos, a instalações industriais encenadas e a criação de festas e acontecimentos. Este turismo é igualmente gerador de actividades económicas e, portanto, de emprego.⁴

Desta forma, a organização das paisagens nocturnas tem inúmeros impactos, quer culturais, quer ambientais, sociais e económicos.

⁴ Narboni, 2003

2. CARACTERÍSTICAS da VISÃO HUMANA e da LUZ

2.1. VISÃO HUMANA

A visão humana percebe o dia e a noite, como é natural devido às diferenças de luz que se fazem sentir, pois um espaço de noite mesmo que bem iluminado, não consegue retratar o mesmo efeito que a luz do dia. Segundo a revista Licht.de (s.d.) *a iluminância diária varia entre 5000 e 100000 lux (lx). Numa noite com luz de lua cheia, a iluminância chega no máximo aos 0.25 lx. O facto de conseguirmos ver este vasto alcance de claridade é devido à capacidade de adaptação do olho. Em níveis de adaptação inferiores a performance visual fica comprometida. Logo a performance visual é melhor de dia, as cores são facilmente distinguíveis, os objectos e detalhes são facilmente distinguidos.*

A visão humana, tal como referida acima, fica bastante limitada durante a noite, inibindo a orientação e o movimento dos indivíduos. Existem certas características da visão que se deve ter em atenção, aquando do desenho de iluminação pública.

- Acuidade visual – é a capacidade que o olho tem de reconhecer separadamente, com nitidez e precisão, objectos e cores muito pequenos e próximos entre si. A acuidade visual vai melhorando conforme a adaptação à luminância aumenta. Existem certos factores que influenciam a acuidade visual, como a adaptação do olho a diferentes níveis de luminosidade, a acomodação do olho, a sensibilidade ao contraste e a idade do indivíduo.
- Sensibilidade ao contraste - é a habilidade de apreender diferenças de luminância no campo visual. O correcto ajuste do contraste revela as formas com precisão, enquanto o excesso ou a escassez de luz as esbatem.
- Performance visual - é determinada pela sensibilidade ao contraste e a acuidade visual. Depende também do tempo em que as diferenças no brilho, formas, cores e detalhes são apreendidas (Figura 4).

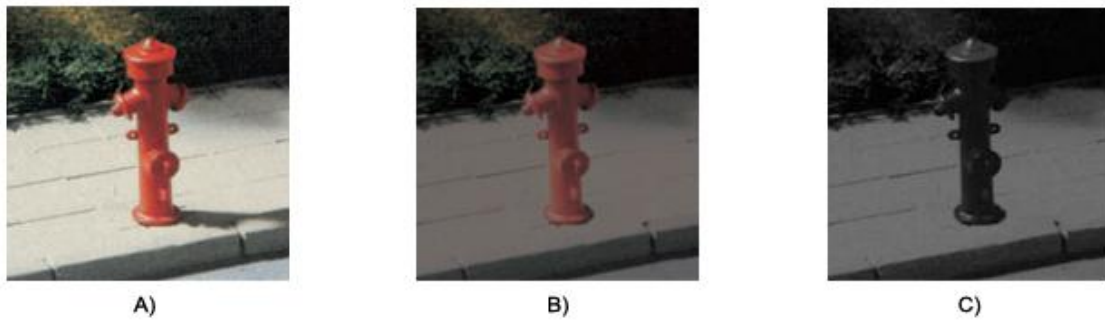


Figura 4 - A) Durante o dia, a performance visual e os contrastes encontram-se nos níveis ideais. B) Com a iluminação nocturna as formas e as cores são distinguidas com alguma dificuldade, mas ainda perceptíveis. C) À luz da lua a percepção das cores e das formas encontra-se no mínimo. Fonte (Licht.de)

- Tempo de adaptação - o olho leva tempo a adaptar-se a diferentes níveis de brilho. O processo de adaptação depende da luminância no início e no fim de qualquer alteração em termos de brilho.
- Sensibilidade do olho humano – é definida a partir de uma curva que descreve a sensibilidade ao longo do dia (Figura 5). A curva define desde as condições de boa iluminação ($> 3 \text{ cd/m}^2$) que ocorrem durante o período diurno, onde a visão é mais nítida, detalhada e as cores se distinguem perfeitamente, (denominada de visão fotópica⁵, atingindo um valor máximo aos 555nm – amarelo-esverdeado). Quando os níveis de luminância são inferiores a $0,25 \text{ cd/m}^2$, a sensação de cor não existe e a visão é mais sensível aos tons azuis e à luz (denominada de visão escotópica⁶, com um valor máximo aos 493nm – azul-esverdeado). Nas situações existentes entre estes valores, a capacidade para distinguir as cores diminui em conformidade com a diminuição da quantidade da luz, variando a sensibilidade aos tons amarelados para os tons azuis (denominada de

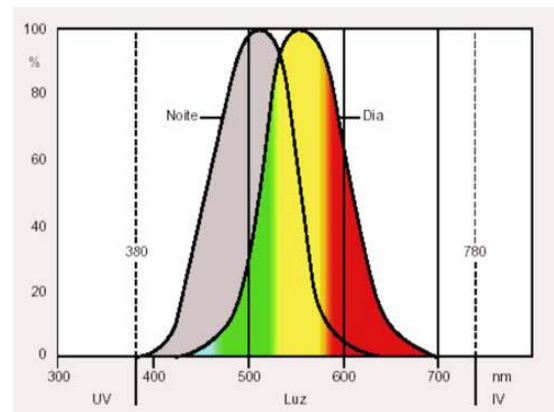


Figura 5 - Curva de sensibilidade visual. Fonte (Silva, 2010).

⁵ **Visão fotópica:** é a designação dada à sensibilidade do olho em condições de intensidade luminosa que permitam a distinção das cores. Na generalidade corresponde à visão diurna. No olho humano a visão fotópica faz-se principalmente pela activação dos cones que se encontram na retina.

⁶ **Visão escotópica:** é a visão produzida pelo olho em condições de baixa luminosidade. No olho humano os cones não funcionam em condições de baixa luminosidade (nocturna), o que determina que a visão escotópica seja produzida exclusivamente pelos bastonetes, o que impossibilita a percepção das cores.

visão mesópica⁷). Sendo assim, a identificação depende dos contrastes, estes variam com a claridade e cor no campo visual. Para ser apreendido pelo olho humano, estas características necessitam ser suficientemente perceptíveis.⁸

2.2. LUZ

Luz é a radiação eletromagnética capaz de produzir sensação visual. O ser humano apenas consegue ver uma pequena parte do espectro electromagnético, entre as frequências de 400nm e 700nm, ao qual é chamada radiação visível. Esta gama do espectro situa-se entre a radiação infravermelha e a ultravioleta (Figura 6). A luz solar tem no entanto uma gama maior no espectro electromagnético, variando entre os raios-x até as ondas rádio.

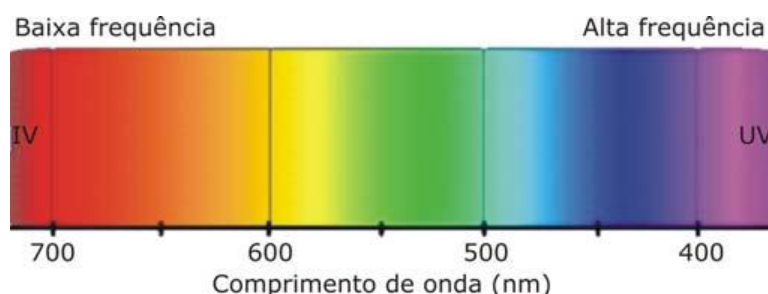


Figura 6 - Espectro visível. Fonte (Silva, 2010).

Cada fonte artificial emite uma certa quantidade de luz, ou seja, uma certa quantidade de ondas electromagnéticas, dentro do espectro para nós visível. Para além destas, pode também emitir ondas em outros comprimentos. Por exemplo, as lâmpadas incandescentes transformam grande parte da energia, não em luz, mas em calor (radiação infra-vermelha). Daí a sua baixa eficiência energética relativamente à produção de luz.

Existem várias noções básicas de iluminação que têm que ser compreendidas antes da abordagem a um planeamento de iluminação pública, sendo estas, o **fluxo luminoso**, **intensidade luminosa**, **luminância**, **iluminância**, **temperatura de cor**, **índice de reprodução de cores** e a **curva de distribuição luminosa**.

O **fluxo luminoso** é a quantidade de luz emitida em todas as direcções pela fonte, medido em lúmenes (Lm). Conforme o fluxo luminoso seja maior ou menor, dizemos correntemente,

⁷ **Visão mesópica:** é a designação dada à combinação da visão fotópica e da visão escotópica, que ocorre em situações de luminosidade baixa, mas não tão baixa que elimine de todo a componente fotópica da visão.

⁸ RNAE, 2009.

ao olhar para a fonte, que há mais ou menos luz, ou que uma lâmpada é mais forte ou mais fraca, mais ou menos potente.

Outro parâmetro de caracterização da luz é a **intensidade luminosa**, medida em candelas (cd). Este é a quantidade de fluxo luminoso que é transmitido numa direcção particular. A distribuição espacial de intensidade luminosa, normalmente retratada por uma curva de distribuição de intensidade, define a forma do raio de luz emitido pela luminária, reflector, lâmpada ou LED.

Um aparelho que orienta a luz numa só direcção tem uma intensidade maior do que o mesmo aparelho emitindo a mesma quantidade de luz em várias direcções.

A **iluminância** é o fluxo luminoso que incide sobre uma superfície, situada a uma certa distância da fonte, por unidade de área, a sua medida é o Lux (Lx) (figura 7). Numa área de 1m^2 é uniformemente iluminada por 1 lumen de fluxo luminoso, a iluminância é 1 lux. A chama de vela comum, por exemplo, produz cerca de 1 lx à distância de 1m.

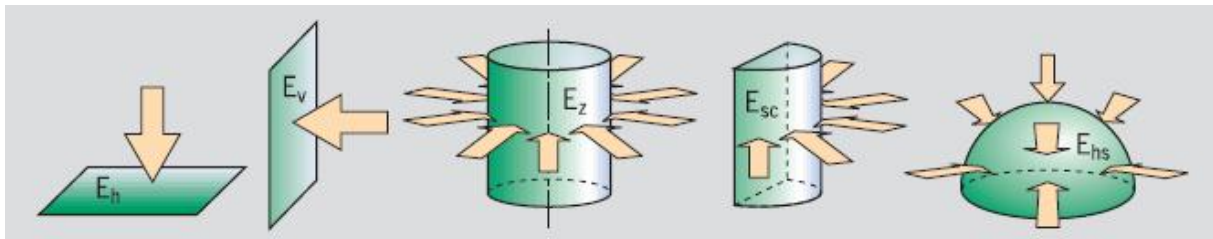


Figura 7 - Vários tipos de iluminância. Fonte (Licht.de).

E_h – iluminância horizontal, é lida através do fluxo luminoso sobre uma superfície horizontal.

E_v – iluminância vertical, é lida através do fluxo luminoso sobre uma superfície vertical.

E_z – iluminância cilíndrica, é lida através do fluxo luminoso sobre uma superfície cilíndrica completamente direita.

E_{sc} – iluminância semi-cilíndrica, é lida através do fluxo luminoso sobre uma superfície semi-cilíndrica.

E_{hs} – iluminância hemiesférica, é lida através do fluxo luminoso sobre uma superfície hemiesférica direita, sobre a superfície avaliada.

A intensidade de luz emitida por uma superfície iluminada apreendida pelo olho humano é denominada por **luminância**. É medido em cd/m^2 ou cd/cm^2 , expressa a intensidade da luz emitida ou reflectida pela superfície por unidade de área. A forma como a luz é

percepcionada varia de acordo com o posicionamento relativo às superfícies dependendo das capacidades visuais de cada indivíduo.

A **Temperatura de cor** é referida por Narboni, como “*um dos critérios máximos da apreciação de uma iluminação e de uma imagem nocturna, porque a tonalidade da luz qualifica a impressão visual experimentada – quente ou fria – e permite precisar o grau de coloração da luz branca emitida*”. (Narboni, 2003) A temperatura de cor é expressa em kelvin (°K) (Figura 8).

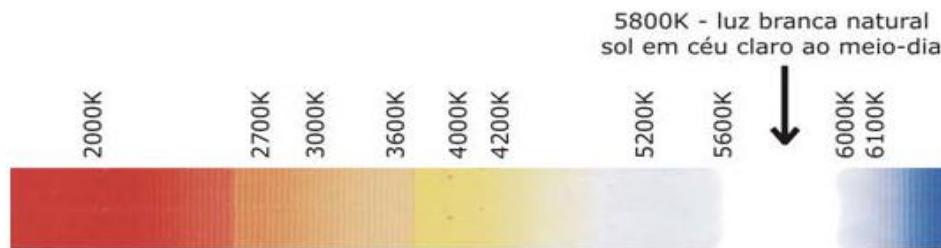


Figura 8 - Espectro de temperatura de cor. Fonte (Silva, 2010).

As luzes com aparência avermelhada ou amarelada designam-se por luzes quentes, em contraste com as luzes frias de tonalidades brancas, azuladas ou lilases. Ao contrário do que pode indicar, as tonalidades mais frias têm uma temperatura de cor mais alta, ao contrário das tonalidades mais quentes que apresentam valores mais baixos. A luz natural tem uma temperatura de cor de cerca de 5.800°K, obtida com sol ao meio-dia em céu aberto.

O **Índice de Reprodução de Cor (IRC)** mede o quanto a luz artificial se aproxima da natural. Quanto maior o IRC, melhor, sendo este um factor preponderante para a comparação de fontes de luz com a mesma temperatura de cor, ou para a escolha da lâmpada (Figura 9). É uma escala de 0 a 100, onde 100 corresponde a uma reprodução de cores semelhante à da luz natural (considerada a reprodução perfeita) para as cores testadas. Há que ter em atenção que para esta classificação, é testado apenas um número reduzido de cores (8), que embora sejam demonstrativas para uma gama de cores mais alargada, não garante que uma luz



Figura 9 - A luz mais próxima deixa uma tonalidade amarelada nas paredes que ilumina, sendo pouco fidedigna à cor real da parede. As luzes mais afastadas apresentam um índice superior de restituição de cor, notando-se melhor as cores do edifício ao fundo.

com IRC=100 seja equiparável à luz natural para todas as cores.

A **curva de distribuição luminosa** é a representação da Intensidade Luminosa em todos os ângulos em que ela é direccionada num plano.

É importante saber também que a luz só se torna visível quando incide sobre algo, no vazio a luz não é apreendida. Deste modo o desenho de iluminação deve ter em atenção não apenas o espaço em geral que ilumina, mas também as superfícies sobre a qual esta irá incidir.

Um projectista não tem que trabalhar com estas quantificações, mas a compreensão destes conceitos, ajudá-lo-á no desenho de projectos de espaço público com funções nocturnas.

3. PLANEAMENTO e FUNÇÕES da ILUMINAÇÃO PÚBLICA em ESPAÇO URBANO

Tratar da paisagem nocturna é também discutir os efeitos ambientais dos projectos de iluminação e considerar o problema da necessária preservação da noite. “A luz, como portador do imaginário, só existe em relação com o seu par, a sombra. Sem sombra, sem efeitos de contraste, sem o mistério do escuro, qualquer projecto de iluminação, qualquer encenação, será inútil”.⁹

Segundo a nova geração de designers de luz, a iluminação de qualidade não só valoriza o espaço público, como é igualmente menos consumidora de energia e mais respeitadora do ambiente. Estes foram os primeiros a preocupar-se com as iluminações monumentais e a pobreza de certos projectos de iluminação sem uma verdadeira concepção e compreensão do local, realçando que a quantidade de projectores, potência consumida e níveis de iluminação não constituíam critérios de qualidade de um projecto de iluminação.

Se não surge de uma definição prévia, as características de iluminação a serem adoptadas em cada caso, cada projecto em particular, enfrenta um leque de possibilidades, que leva facilmente à adopção de critérios diferentes em casos semelhantes. Isto dá origem a uma falta de homogeneidade e leva a uma maior probabilidade de níveis progressivamente mais elevados de iluminação e elementos de iluminação, e de criar uma situação antieconómica e de grande consumo energético.

⁹ Narboni, 2003

A metodologia para um projecto de iluminação, não difere muito da adoptada para os projectos de arquitectura paisagista.

A metodologia em geral baseia-se na interpretação do local, desenvolvimento de um projecto conceptual, e finalmente um projecto de execução.

A interpretação do local requer a obtenção de informação e análise da área a intervir, desde informações actuais, históricas e até futuras, em casos de programas que já tenham concepção estabelecida. Através da análise desta informação, serão definidas as potencialidades e necessidades do local.

Terminada a fase de interpretação do local, começa o projecto conceptual através do estabelecimento de objectivos pretendidos para a área. Com os objectivos definidos irão ser delineadas estratégias, linhas de acção e conceitos com o qual se conseguirá alcançar os objectivos.

De seguida, o projecto passa para uma fase de maior concretização, em que é desenvolvido um esquema de iluminação tendo em conta os objectivos e estratégias definidos na fase anterior. Esta última fase desenvolve-se normalmente por ciclos, com muitos avanços e recuos. Embora o desenvolvimento do esquema de iluminação defina as fontes de luz, equipamentos e suportes, o contrário também pode ocorrer. Ou seja, define-se o que se quer, como se quer e com que características se quer iluminar, e a partir daí que se definem as lâmpadas, suportes e equipamentos a instalar. Contudo, por vezes é necessário ter atenção aos equipamentos e fontes de luz a estabelecer, o que pode levar a uma alteração no esquema de iluminação. Estes passos podem variar de ordem nesta última fase.

Existem aspectos a ter em conta no desenho de iluminação nocturna, tendo a preocupação de um desenvolvimento duradouro na criação de projectos de iluminação, como referiu Brundtland (1987), “dar respostas às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de dar resposta às suas próprias necessidades”. Conceptualizar uma luz duradoura é ter em conta inúmeros princípios fundamentais que deverão estar presentes e ter aplicabilidade na fase de elaboração do projecto de iluminação, tais como:

- Utilizar a iluminação existente ou actualizá-la;
- Resistência ao vandalismo e outras agressões exteriores;
- Economizar a energia (reduzir os níveis de iluminação procurados e as durações de serviço, utilizar fontes de baixo consumo e energias renováveis);
- Evitar prejudicar as espécies animais e vegetais;
- Restringir a poluição luminosa;

- Valorizar o negro e a escuridão;
- Preservar os sítios a iluminar;
- Utilizar produtos de iluminação não poluentes e recicláveis;
- Fazer o balanço energético de cada projecto de iluminação;
- Proceder à avaliação sistemática das acções realizadas, ao longo do tempo.

Estes princípios tornarão possível a concepção de paisagens nocturnas de qualidade que conciliem projectos de iluminação interessantes, com a preocupação de proteger o ambiente e de preservar o tecido social e a vida local.¹⁰

Na maioria dos casos as instalações de iluminação urbana são projectadas, seguindo critérios de segurança ou conforto relativos aos condutores dos veículos ou aos peões que transitam pelas ruas da cidade. A actividade do cidadão não se limita, no entanto, a transitar e, mesmo quando isso acontece as suas motivações não se confinam apenas à segurança e conforto.

Toda a actividade citadina requer uma “informação sensorial” que capacita um indivíduo a relacionar-se com o espaço em que se desloca. Os dados desta informação podem fazer referência a duas categorias diferentes:

- Dados relativos a elementos de situação (obstáculos, distâncias, ...);
- Dados referentes à relação indivíduo – zona (satisfação estética, bem estar sensorial, sentimento de perigo de agressão, ...).

Esta última categoria constitui o que pode ser chamado de estrutura íntima, na área em que os dados geram determinados sentimentos no indivíduo, e até mesmo certas atitudes, que afectam a imagem da situação, e consequentemente, a reacção à mesma.

A estrutura íntima representa especial importância em alguns tipos de actividade humana (turismo, contemplação, recreação, entre outros), mas a sua influência também é notável em actividades do tipo utilitário, já que esta poderá condicionar a disposição do indivíduo e, conduzindo, a qualidade das suas reacções. Mais, esta estrutura íntima por contribuir para a criação de laços afectivos entre o homem e a cidade, favorece uma sensação de enraizamento necessário para um desenvolvimento adequado da cidade.

Esta informação visual ocupa uma proporção muito importante dentro do conjunto da informação sensorial humana, é lógico pensar que a iluminação pode ter um papel de

¹⁰ Narboni, 2003

primeira magnitude na constituição da estrutura urbana. Esta acção é desenvolvida em dois aspectos:

- Durante o dia, embora não estejam em funcionamento os elementos de iluminação são notados na imagem citadina;
- Ocorre também uma nova acção em termos de ambiência da iluminação quando entram em funcionamento. A iluminação ao incidir sobre os elementos urbanos, cria espaços virtuais, molda a textura e destaca ou anula certos elementos do espaço.

A influência da iluminação na ambiência urbana raramente é tida em conta, excepto em zonas especiais, áreas de peões, parques e zonas turísticas.

O tema da iluminação pública urbana é altamente complexo e extenso. De forma a elaborar um bom plano de iluminação pública deve ter-se em conta alguns factores chave. Esses factores são: humanos, técnicos, o desenho urbano e ambientais.

3.1. FACTORES HUMANOS

Toda a iluminação deve ter em conta o modo como as pessoas se movimentam num determinado espaço. Em áreas urbanas, alguns dos requisitos a ter em atenção para a iluminação de pedestres são, circulação segura, orientação visual, conforto visual, reconhecimento facial e prevenção do crime.

- Circulação segura

A quantidade de luz necessária para se caminhar numa rua de noite é relativamente pequena. As tarefas visuais envolvidas são relativamente simples e associadas com a localização de obstáculos no caminho e tarefas semelhantes. De forma a julgar a iluminância mínima necessária para uma circulação segura, muitos autores referem documentos de iluminação, nomeadamente, as actuais normas de iluminação de emergência europeias. Estas normas requerem um mínimo de 1 lux no centro do caminho.

¹¹

¹¹ Raynham, 2007

- Orientação visual

De forma a andar por toda a cidade, é necessário saber onde se está e ser possível ver em que direcção se quer ir. Nas áreas residenciais onde a maioria dos pedestres estão familiarizados com a zona, objectos grandes como árvores e casas servem como marcos de referência, portanto pouca luz é necessária para garantir uma boa orientação. Nos centros das cidades as pessoas estão geralmente menos familiarizadas com o espaço, sendo neste caso necessária uma maior atenção à iluminação, criando pontos de referência para as pessoas.¹²

- Conforto visual

O conceito de conforto visual inclui um grande número de outras características do ambiente visual desde o modelamento da face das pessoas até à natureza da fonte de luz e a extensão em que a luz penetra nas casas privadas.

Este contém duas vertentes. Em primeiro lugar, o conceito de liberdade de brilho e em segundo, a amenidade.

As normas correntes de iluminação viária europeia fornecem 3 métodos para o controlo do brilho; classes de intensidade luminosa, incremento limite e classes de índice de brilho. São as classes de intensidade luminosa que são usadas normalmente no controlo do brilho na iluminação urbana. O sistema controla o brilho através da restrição da saída de luz das luminárias em ângulos particulares.

A amenidade relaciona-se com o aumento de atractividade da cidade e desta forma melhora o conforto das pessoas dentro da cidade.

Hargroves (2001) fez a avaliação de 13 esquemas de iluminação, usando valores de iluminação, atractividade e impressão geral. Ele concluiu que as pessoas davam maior valor a esquemas que tinham uma boa iluminação geral, em conjunto com alguns destaques dentro do ambiente como estátuas, árvores, arbustos, entradas, etc.

Hargroves concluiu ainda, que nos centros das cidades:

- Deve existir uma cobertura geral de luz no mínimo de 20lux de média na horizontal (Eh), com uma uniformidade máxima de 0.3 (6 lux mínimo) e não menos que 0.1 (2 lux mínimo);

¹² Raynham, 2007

- A iluminação média (Ev) em planos verticais com 1,5m acima do chão, disponibilizada pela cobertura geral deve ser maior que 0.8 Eh em média, com uma uniformidade nunca inferior a 0.2 (3.2 lux mínimo Ev);

- A iluminação de destaque deve ter em conta factores especiais do local, estátuas, cascatas, árvores, entradas, etc. Esse tipo de iluminação deve disponibilizar uma iluminância no plano vertical de 5lux (Ev).

Hargroves também indicou que em zonas comerciais, o valor de amenidade é aumentado pela presença das luzes provenientes das lojas e onde luminárias decorativas devem ser usadas como elementos de destaque, com o objectivo de não criar ofuscamento.

Na sua pesquisa descobriu também que as pessoas preferiam uma abordagem da iluminação por camadas, com uma camada base uniforme onde elementos decorativos ou destaques seriam empregues. O estudo também mostrou que quando não existe uma camada básica de iluminação, a adição de elementos de destaque não melhora os níveis de atracção (Figura 10).¹³



Figura 10 - Uma camada base de iluminação, dará maior valor a luzes decorativas ou de lojas. Este é um efeito apreciado pelas pessoas em geral. Fonte (licht.de)

- Iluminação como prevenção do crime

Correcta e boa iluminação ajuda à redução do crime. A boa iluminação no espaço público leva em geral a uma diminuição da criminalidade, a experiência tem mostrado que actos de violência e crimes são normalmente cometidos em sítios escuros e isolados. Aqueles que cometem crimes estão menos receosos em sítios isolados e escuros, porque existe menor risco de serem identificados e as potenciais vítimas estão inseguras e mais vulneráveis.

A correcta iluminação leva também a uma diminuição do medo nas pessoas, devido a poderem reconhecer com maior facilidade os indivíduos que aí circulam. Estudos feitos nos E.U.A. e no Reino Unido demonstram esta realidade.

O reconhecimento facial foi abordado por Reynham (2007), através da utilização das ideias de espaços pessoais desenvolvidas por Edward Hall (1996) (Figura 11).

¹³ Hargroves, 2001

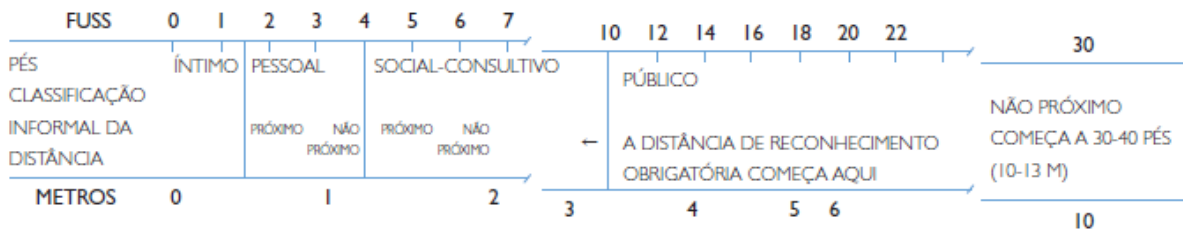


Figura 11 - Os espaços pessoais de Edward Hall.

Hall (1996) classificou os espaços pessoais que se encontram em torno de uma pessoa como íntimo, pessoal, social-consultivo e público. Discutiu a importância das zonas para as pessoas e o porquê de se sentirem desconfortáveis em deixar estranhos entrar nos seus espaços pessoais, a não ser no caso de as conseguirem reconhecer. Vam Bommel e Caminada (1982) aplicaram estas ideias aos peões na rua, para explicar o motivo pelo qual, à noite, os peões não gostavam de se aproximar demasiado de outras pessoas que não reconhecessem. Eles demonstraram que a distância do reconhecimento facial era função da iluminação semi-cilíndrica na face que era alvo de reconhecimento (Figura 12).

Maior iluminação horizontal em conjunto com iluminação vertical destaca a presença dos peões na rua. A melhoria da percepção visual, realça movimentos suspeitos à distância detalhes e intenções de figuras que se aproximam tornam-se mais claras. A identificação rápida e segura concede às pessoas mais tempo para se prepararem para o perigo e a reagirem de acordo com o mesmo. Câmaras de vigilância podem também melhorar a sua eficiência com o melhoramento da iluminação. Por outro lado, os criminosos não são necessariamente influenciados pelas condições de iluminação. Quando decididos a cometer um crime é mais provável levarem outros aspectos em conta, que apenas esse factor. O sentimento de segurança e a percepção dos incidentes criminosos tendem a variar conforme o sexo e a idade das pessoas.

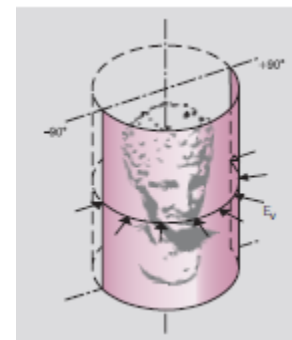


Figura 12 - Em valores superiores a 1 lux, de iluminação semi-cilíndrica, é possível identificar pessoas em aproximação. Estes valores são medidos a 1,5m do chão.

A iluminação pública contribui para a qualidade de vida, e se feita de forma correcta e eficiente, ajuda a reduzir o medo nas pessoas, e na redução do crime, mas não deve ser tomado como o único factor na sua prevenção.

3.2. FACTORES TÉCNICOS

A parte mais técnica da iluminação é uma área fora da esfera de competências do arquitecto paisagista. Contudo o desconhecimento deste assunto limita-lhe o planeamento do espaço nocturno.

Nos planos de iluminação urbanos são consideradas várias áreas urbanas distintas, onde são definidas as normas e qualidades da iluminação. Essas definições são necessárias, já que a adequação da iluminação não pode definir-se *à priori* com condições precisas:

- A adequação não depende apenas dos níveis quantitativos, mas do equilíbrio entre os vários factores existentes;
- Como a visão é um fenómeno basicamente de adaptação não se podem fixar valores concretos, apenas margens de adequação dentro das quais a fixação definitiva do valor a adoptar seja influenciada por hábitos, tendências sociais, preferências subjectivas, entre outras. Em parte, é claro que estatísticas chocantes de acidentes são devido a factores não visuais como fadiga, efeitos do álcool, excesso de velocidade e condições climatéricas. Mas a raiz do problema mantêm-se, pois o olho humano não funciona tão bem de noite como de dia. Existe uma receita simples para ter uma boa orientação nas vias e prevenir acidentes e perigos: ver e ser visto. Performance visual é o factor chave.

No entanto, a existência de uma definição geral de características de iluminação e dos seus equipamentos que consiga uniformizar a situação luminística em toda a cidade, de maneira mais económica, possibilita criar condições equilibradas de ambiência nocturna em diversas zonas da cidade. Para a realização deste efeito é necessário ter conhecimento sobre fontes de luz, luminárias e suportes, suas características e aspectos funcionais.

3.2.1. Fontes de Luz

É importante ter atenção às características das lâmpadas, as fontes de luz artificial. O Quadro 2 retrata de forma simples as características, vantagens e desvantagens das lâmpadas mais usadas. Destas lâmpadas umas têm maior utilização em ambientes exteriores e outras em interiores. Em ambientes exteriores destacam-se as de sódio de alta e baixa pressão, iodetos metálicos e a tecnologia LED – Light Emitting Diode (em português, diodo emissor de luz).

Lâmpadas	Geração de luz	Potência eléctrica (W)	Eficiência luminosa (Lm/W)	Duração média (horas)	Temperatura de cor (K)	Índice de reprodução de cor	Principais vantagens	Principais desvantagens
Sódio de alta pressão	Arco de descarga em vapor de sódio a alta pressão	50 a 1000	50 a 150	15000 a 24000	Branca/Amarela entre 2000 e 2500	Suficiente	Boa eficiência energética, longa duração	Fraca restituição de cor
Sódio de baixa pressão	Arco de descarga em vapor de sódio	18 a 180	100 a 190	18000 a 24000	Amarela perto dos 1800	Fraco		Fraca restituição de cor
Iodetos metálicos	Arco de descarga em vapor de mercúrio e halogénio	20 a 2000	70 a 130	8000 a 12000	Diferentes tonalidades brancas entre os 3000 e 6000	Excelente	Alta eficiência luminotécnica	Durabilidade não muito elevado
Lâmpadas fluorescentes tubulares	Descarga eléctrica entre dois polos, passando por vapor de mercúrio. A parede interna do tubo é revestida por um pó fluorescente.	3 a 120	100 a 120	15000 a 20000	Diferentes tonalidades brancas entre os 2600 e 6500	Muito Bom	Boa eficiência energética, longa duração	Apenas disponíveis a baixa voltagens
LED	Emissão de luz por um semi-condutor (diodo) ao ser atravessado por corrente eléctrica.	.1 a 5	70 a 160	25000 a 50000	Diferentes tonalidades entre os 2000 e 8000	Muito bom	Boa eficiência energética, longa duração, pouca manutenção necessária	Custo elevado, Aquecimento excessivo reduz a sua durabilidade

Quadro 2 - Características das fontes de iluminação normalmente usadas em espaços exteriores.

A tecnologia LED tem vindo a ganhar espaço e importância na iluminação exterior devido à sua reduzida dimensão, durabilidade, resistência a impactos, não provoca encadeamento, elevada fidelidade na reprodução de cores, diferentes temperaturas de cor possíveis, regulação da intensidade de luz e por ser amiga do ambiente no que se refere à emissão de gases ou metais pesados. Mas de momento nem tudo são vantagens em relação a esta tecnologia, algumas desvantagens são o seu elevado custo, problemas com o aquecimento excessivo em determinadas potências reduzindo em muito a sua durabilidade e uniformidade de iluminação e a sua baixa relação altura/compasso em relação a outras fontes de luz mais frequentes.

Embora estas desvantagens sejam relevantes, o grande desenvolvimento que esta tecnologia tem vindo a ter, faz indicar melhorias significativas na sua eficiência para a iluminação exterior. Actualmente já existem vários exemplos de sucesso de iluminação pública a LEDs, mas devido à sua reduzida relação altura/compasso em comparação aos outros tipos de fontes de luz existentes, não permite uma substituição directa das mesmas, isto torna o custo de implementação de LEDs em espaços públicos já consolidados num grande investimento ao contrário de ser uma forma de poupança. Em espaços de génese recente a sua implementação será isso sim uma forma de reduzir custos futuros e de consciência ambiental.

Os LEDs dificilmente substituirão por completo as outras tecnologias existentes, mas é sem dúvida uma outra solução viável a ter em conta no planeamento de iluminação pública.

Alguns dos critérios a ter em maior atenção na escolha do tipo e características da fonte de luz recaem sobre a cor e o encadeamento (Quadro 3).

LED's	
Vantagens	Desvantagens
Alto índice de restituição de cor	Elevado custo de compra
Alta durabilidade	Aquecimento excessivo reduz a sua durabilidade
Várias temperaturas de cor possíveis	Baixa relação altura/compasso
Não provoca encadeamentos	Alto custo na substituição de outras fontes
Baixas potências	
Reduzidas emissões de gases ou metais pesados	
Acendimento instantâneo	

Quadro 3 - Vantagens e desvantagens da iluminação LED.

- Cor

Na iluminação urbana as diferentes cores que as lâmpadas emitem, tal como características específicas das lâmpadas, determinam as características visuais do espaço. A cor clara descreve a cor da luz emitida por uma lâmpada. É aconselhável a utilização de lâmpadas com boas propriedades de reprodução de cor para que seja possível discernir os contrastes nas cores fazendo com que a obtenção de informação seja maximizada. Lâmpadas com fracas propriedades de reprodução de cores, como as de sódio de alta pressão, são apenas adequadas para cruzamentos pedestres, portos marítimos, luz de segurança, embora por serem, em regra, baratas e com grande autonomia são utilizadas com frequências em exteriores.

As características de cor tendem a ser delimitadas mediante três conceitos:

Tom – cor básica da luz. Na iluminação urbana existem normalmente duas alternativas: branca quente e amarelada;

Reprodução – fidelidade com que reproduz a cor dos objectos sobre certa luz, com referência a determinadas condições de luz natural. Normalmente expressa por um índice de reprodução de cor (Figura 13);

Temperatura de cor – valorização da qualidade de calor ou frio psicológico do ambiente iluminado. Expressa-se apenas, mediante a temperatura de cor correlacionada, indicada em graus Kelvin.

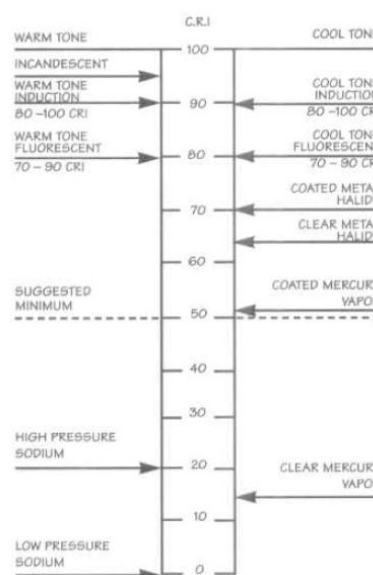


Figura 13 - Índice de reprodução de cores de diferentes lâmpadas. Fonte (Harris;Dines, 1998).

- Encadeamento

É um dos factores que restringe a boa visualização, este cria uma sensação de desconforto que ocorre quando a luminância de um objecto é muito maior do que a luminância de todo o campo visual.

- Encadeamento perturbador

Indica a magnitude do reflexo fisiológico, ou seja, a perda de visibilidade causada pelo encadeamento de luz directa. Um objecto que está no limite da visibilidade deixa de ser

visível devido ao encadeamento, que provoca uma visão enevoada, sem nitidez e com pouco contraste.

- Encadeamento incomodativo

Refere-se à magnitude de reflexo psicológico, isto é, à perda de faculdades de visualizar os objectos, acuidade visual reduzida e sensação de desconforto, provocando simultaneamente fadiga ocular. Este encadeamento decorre por observação indirecta do feixe de luz ou reflectido das fontes.

Evitar ou diminuir o prejuízo e transtorno criados pela intensidade da luz, nitidamente superior à média, que incide nos olhos do observador, tal como ter atenção à localização, altura e tipo de equipamento, devem ser seleccionados com atenção para minimizar a possibilidade de encadeamento e otimizar a distribuição luminosa.

Especial atenção deve-se ter nos equipamentos que fazem iluminação de baixo para cima em caminhos ou em monumentos/arvoredo, pois são grandes fontes de encadeamento dos pedestres.

3.2.2. Luminárias e Suportes

As luminárias e suportes devem igualmente ser tidos em conta num sistema de iluminação. As luminárias influenciam a iluminação, na maneira como direccionam os ângulos do feixe de luz, determinando o nível de eficácia energética do aparelho. Os suportes têm um efeito mais estético sendo o que é mais notado do conjunto de dia, pelo que podem ter um papel fundamental na organização do espaço através da sua cadência. Embora o impacto visual seja importante, a facilidade de manutenção, segurança para as pessoas e a resistência ao vandalismo são também aspectos a ter em conta.

Não esquecendo que na iluminação o mais importante não é o aparelho mas sim a luz, “é importante recordar que os aparelhos de iluminação não aceitam todos os tipos de lâmpadas. A maioria não tolera mesmo mais que um tipo e este para uma dada potência; daí resulta a necessidade para qualquer designer de luz definir, para o seu projecto de iluminação, primeiro a lâmpada e só depois o aparelho de iluminação adequada”.¹⁴

A disposição e características dos suportes e luminárias têm grande influência no planeamento da iluminação pública, alguns dos aspectos mais importantes para o

¹⁴ Narboni, 2003

planeamento são a altura e compasso dos suportes, uniformidade e distribuição da luz das luminárias.

Actualmente existem cerca de 400 tipos de luminárias e 250 tipos de suportes de iluminação na cidade de Lisboa. Esta diversidade de equipamento não favorece o espaço público e dificulta o trabalho de manutenção do sistema.

- **Altura**

A altura dos suportes depende da área à qual se quer iluminada, ou seja, quanto maior é a área mais alto terá que ser o suporte, porém nem sempre a solução é tão simples assim, pois uma floresta de postes desordenados que sobressaem na paisagem urbana podem ser muito agressivos esteticamente. Existem algumas alturas aconselhadas para determinados espaços urbanos, do qual se pode obter uma ideia melhor das características que a altura determina.

São referidos no livro *Time-Saver for Landscape Architecture* 4 níveis de iluminação, luzes de nível baixo (entre 0 e 3m, com carácter de iluminação paisagística, e fontes de luz com voltagens baixas), luzes de nível intermédio (entre 3 e 8m, considerada uma escala adequada ao movimento de peões), luzes de parques de estacionamento e iluminação viária (entre 8 e 15m, utilização em áreas com muito movimento rodoviário) e iluminação de nível alto (entre 15 e 30m, iluminação de grandes áreas de recreio ou grandes parques de estacionamento).¹⁵

- **Distribuição e compasso dos elementos**

Existem várias disposições possíveis dos equipamentos de iluminação pública, estas dependem normalmente das características e tamanhos das vias.

Para vias em que não existe plataforma central são normalmente utilizadas distribuições (Figura 14):

- Unilaterais – normalmente utilizada em vias de menor dimensão) com uma ou duas faixas em que a largura da via é igual ou inferior à altura de montagem das luminárias. Uniformidade transversal nem sempre boa.
- Bilaterais alternadas – normalmente em vias

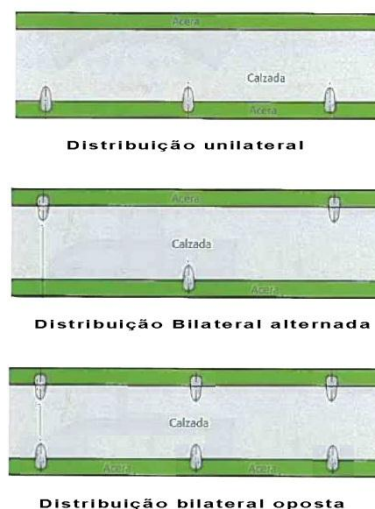


Figura 14 - Distribuição de luminárias em estradas sem plataforma central. Fonte (Revista Indalux, 2002).

¹⁵ Harris; Dines, 1998

de maior largura, com 2 ou 3 faixas, onde a largura da via se encontra entre 1 e 1,5 vezes maior que a altura de montagem das luminárias. Proporciona maior iluminação tanto para a estrada como para ambos os passeios.

- Bilateral oposta – muito utilizada em vias de maior dimensão, normalmente quando a via é aproximadamente 1,5 vezes a altura de montagem das luminárias, por vezes recomendado a partir de 1,3 vezes. A disposição aconselhada em vias de intenso tráfego e com múltiplos tipos de utilizadores.

Para vias de maior dimensão com existência de plataforma central são recomendadas distribuições:

- Posição central de braço duplo – é basicamente uma disposição unilateral para cada direcção da via.
- Combinação de braço duplo central com disposição bilateral oposta – para vias com segregação de usos é uma forma de manter com a utilização de relativamente poucos equipamentos podendo garantir uma boa qualidade de iluminação.

Certos pontos como curvas, passagens para peões, cruzamentos e outras configurações perigosas merecem uma atenção particular. Normalmente existe um reforço da iluminação a nível da diminuição dos compassos no caso das curvas e dos cruzamentos, ou diferenciação de cor do equipamento ou da fonte de luz, no caso de passagens para peões.¹⁶

O compasso dos equipamentos depende grandemente da altura a que se encontra as luminárias e das características destas mesmas. Quanto mais alto se encontra a luminária maior será a área do seu foco e vice-versa. A luminária em si também tem grande influência, pois as suas características podem aumentar a área foco ou reduzi-la, condicioná-la para apenas uma direcção. A potência da lâmpada é também outro factor que pode influenciar a colocação do equipamento, quanto maior a potência maior será a área potencialmente iluminada. Existem programas específicos para através das características do equipamento pretendido chegar ao compasso entre estes. Como exemplo deste programa existe o Indalwin, produzido pela Indalux, um fabricante de equipamentos de iluminação.

¹⁶ Revista Indalux, 2002

- Distribuição da luz

As luminárias em termos de distribuição de luz são diferenciadas por serem “full cut-off”, “cut-off”, “semi cut-off” e “non cut-off” (Figura 15 e Quadro 4).

Características de distribuição de luz das Luminárias	Descrição
“full cut-off”	Não existe luz emitida para além dos 90° e no máximo existe 100cd por 1000lm nos 80°.
“cut-off”	Linha do angulo 90° vertical da fonte de luz. Toda a luz que passe esta linha é tomada muitas vezes como excessiva e até mesmo perturbativa na utilização pública. No máximo 25cd por 1000lm nos 90°.
“semi cut-off”	O valor máximo de intensidade que passa os 90° é de 50cd por 1000lm.
“non cut-off”	A luz não é contida, existindo uma dispersão em 360°.

Quadro 4 - Características de distribuição de luz das luminárias.

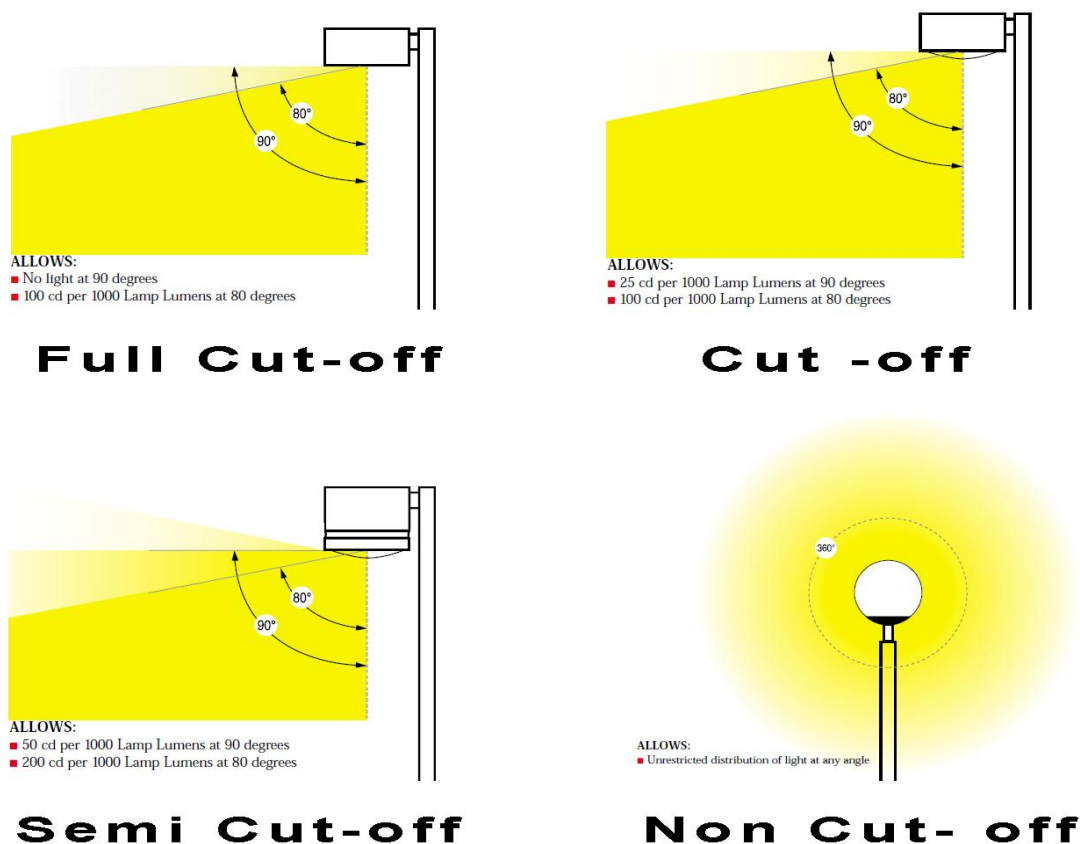


Figura 15 - Diferentes tipos de distribuição de luz. Fonte (Paulin, 2001).

Os suportes são elementos de destaque nomeadamente de dia. O espaçamento deles depende da altura a que se encontram as luminárias, quanto mais baixas se encontram as luminárias mais perto se encontram os suportes. No espaçamento dos suportes deve ter-se em conta que os focos de luz das luminárias devem cruzar uns com os outros de modo a criar uma iluminação uniforme, isto é, se um candeeiro ilumina uma área em comprimento de 10m os candeeiros não devem ser espaçados exactamente de 10 em 10m mas por exemplo de 8 em 8m, distribuindo melhor a luz pelo espaço.

- Uniformidade

Indica a distribuição dos valores pontuais de iluminância ou luminância no conjunto da imagem visual. Normalmente é dependente da relação entre altura e compasso dos equipamentos, quanto menos for a altura e compasso maior será a uniformidade. No entanto esta situação pode levar a utilização de demasiados equipamentos o que acarreta custos maiores.

Uma uniformidade deficiente, por outro lado, pode levar a áreas escuras no espaço em que será difícil para apreciar os detalhes de interesse ou de risco. Onde sombras escuras não



Figura 16 - A falta de uniformidade na iluminação cria zonas escuras muito perigosas para a circulação automóvel e pedonal. Fonte (Licht.de).

podem ser evitadas, luz suplementar é a resposta (Figura 16).

Normalmente as vias de importante trânsito rodoviário são avaliadas em termos de luminância e ou iluminância e as de predominância pedestre em iluminância. Existem valores nos quais se devem enquadrar os vários tipos de vias, como demonstra o Quadro 4. Em todo o caso, a definição do nível médio de luminância fará referência a valores mantidos

em serviço, ou seja, não o resultado de luminância de uma luminária acabada de instalar, mas os menores valores obtidos em sua vida de serviço, tendo em conta os aspectos de depreciação e manutenção.

No estudo da iluminação de vias destinadas ao trânsito de veículos são estudadas tanto a iluminância como a luminância, já que existe uma padronização internacional dos pavimentos (importante no conhecimento do ofuscamento possível) e, além disso, pode supor-se que a situação do observador (condutor) e a sua direcção principal de visão se mantêm relativamente constantes.

Classe da via		Luminância média (cd/m ²)	Iluminância média (lux)	Iluminância do plano vertical mínima (lux)	Iluminância semi-cilíndrica mínima (lux)
V1	Vias rápidas urbanas	1,5	14 - 16	-	-
V2	Vias de distribuição primária	1	10 - 12	5	3
V3	Vias de distribuição secundária	0,75	9 - 11	2 - 3	1,5 - 2
V4	Vias locais	-	8 - 10	1 - 2	1
V5	Vias pedestres e ciclovias	-	5 - 10	2,5 - 3	1 - 2

Quadro 5 - Níveis de luminância nas diferentes classes de vias.

As vias V1 e V2 são as que o trânsito rodoviário tem maior importância. Quanto maior é o risco de acidentes durante a noite, mais luz o sistema de iluminação viária tem de dar. Onde o volume de tráfego é grande, também é o risco potencial. Intimamente associadas com isso é a segurança da própria estrada, que depende de seu tamanho, sua localização e a velocidade limite que se aplica.

No entanto, no âmbito urbano em que existe coexistência de veículos e pedestres, a percepção visual é muito complexa e os ângulos e as direcções de visão são muito variáveis. Como acontece nos casos V2, V3, V4. Para estes casos deve-se tomar atenção a iluminação em planos horizontais, iluminação vertical em fachadas, iluminação sobre o rosto do pedestre, etc. Parâmetros específicos que têm em conta a distribuição espacial da iluminação nestes casos incluem a iluminância vertical e semi-cilíndrica.

Uma uniformidade deficiente pode levar a áreas escuras no espaço em que será difícil para apreciar os detalhes de interesse ou de risco. Onde sombras escuras não podem ser evitadas, luz suplementar é a resposta (Figura 16).

Nos jardins, certos caminhos devem ser destacados, mas em todo o espaço deve existir uma uniformidade mínima entre 2 e 5 lux, de modo a que as pessoas consigam visualizar o espaço e as pessoas em redor. Deve-se ter atenção a não ter iluminação dos caminhos principais muito forte pois pode criar um certo ofuscamento.

- Reflexos nas superfícies

O reflexo que a iluminação pública tem nas superfícies, também é importante ter em conta num projecto de iluminação. A luz ao incidir numa superfície terá uma parte que é absorvida, e outra que é reflectida.

As superfícies de cores escuras absorvem mais quantidade de luz, ao invés das cores mais claras que reflectem maior quantidade de luz que nelas incide.

Ao incidir numa superfície a reflexão da luz é feita de modo e intensidade distintas, dependendo do grau de transparência e as características da superfície, respectivamente. Isto determina que o modo como percebemos determinada luz não seja indiferente ao tipo de superfície sobre o qual esta incide. Esta reflexão pode ocorrer de forma disseminada em superfícies altamente reflectoras e brilhantes, ou de forma difusa em superfícies não polidas sem acabamento brilhante.

- A influência dos elementos atmosféricos

As condições atmosféricas também influenciam a iluminação, como refere Narboni (2003), *“A chuva aumenta a luminância do solo iluminado e desempenha um papel de filtro que apenas deixa passar uma certa proporção de luz artificial. As neblinas e os nevoeiros irisam as luzes artificiais e anulam as sombras projectadas, enquanto que neve no solo as*

redifunde e apaga as sombras projectadas, desmultiplicando a luminância do solo.". Em relação à existência de nevoeiro, há que ter atenção à intensidade e direcção da luz para não criar um efeito de obstrução da visão devido à dissipação da luz pela névoa (tal como no automóvel, vê-se melhor em médios do que em máximos).

Outros aspectos influenciam a iluminação, como por exemplo, o efeito do vento capaz de agitar os candeeiros, introduzindo movimento nos suportes e na própria iluminação destabilizando a uniformidade na iluminação.

Claro que se estes fenómenos são pontuais e imprevisíveis, não apresentam grande relevância. Mas por vezes estes fenómenos são frequentes, em certas áreas, como sejam determinadas horas do dia ou épocas do ano, em que a iluminação deve ter este aspecto em conta aquando da sua projecção.

Este acontecimento no espaço urbano nocturno pode ser bastante desfavorável para uma iluminação que se quer com uma presença fixa e inabalável.

A iluminação de um espaço verde, abre porta para a criatividade com estes fenómenos, podendo tirar-se partido do vento, criando uma iluminação com movimento com os postes e candeeiros a "dançar" ao sabor do vento.

O impacto dos elementos atmosféricos pode potenciar e imprimir carácter à iluminação, tirando-se partido deles em proveito do projecto.

3.3. DESENHO URBANO

Uma das vantagens do plano director de iluminação pública é o de efectuar um planeamento que considera a cidade em geral, pode salientar a estrutura urbana própria da população, reflectir a delimitação das diferentes zonas e marcar as relações que podem existir entre elas.

Isso, pode contribuir para:

- Identificar e personalizar áreas de diferentes categorias;
- Valorizar os elementos destacáveis, quer com as características definidoras de um espaço, quer com elementos urbanos singulares;
- Orientar sobre as rotas convenientes ou sobre a posição de possíveis centros de interesse, principalmente para o pedestre que não conhece o local.

As características de iluminação fundamentais a uma zona urbana são condicionadas por diversos factores, sendo estes variáveis. Pode-se sugerir um plano para diferentes áreas e vias que se pretendem projectar, tendo as seguintes orientações:

- Condições de iluminação adequada em cada caso;
- Situação de equilíbrio entre diversas zonas urbanas;
- Evitar a aplicação de exigências superiores às aconselhadas, isso poderá levar a um excesso no consumo e custos da iluminação.

As diferentes áreas e vias devem ser diferenciadas por tipologias de iluminação. A classificação das diferentes tipologias deve ter em conta os seguintes factores:

- Trânsito de veículos – os níveis e prestações luminísticas adequadas são implantados em função da velocidade, densidade e complexidade do trânsito. Nas características de tráfego ter em conta que são as correspondentes a condições de extremas e não médias;
- Actividades dos peões – as necessidades de iluminação têm relação com o grau de afluência, condições de segurança pública e existência de “população de risco”, tal como os usos e actividades.

Os meios pelo qual a iluminação pode perfilar esta estrutura são:

- Características da luz: nível, cor, composição, etc.
- Características dos pontos de luz: altura, desenho, disposição, etc.

Como é lógico, o primeiro actua preferencialmente durante as horas nocturnas, e o segundo durante o dia.

Um sistema de camadas, pode ser empregue, tendo em atenção a iluminação e os padrões de luz em variados níveis. Desde a imagem normal de uma cidade grande, até aos macro ambientes das áreas suburbanas e aos micro ambientes das ruas individuais, passeios, parques, praças e edifícios.

É importante lembrar que várias redes de transportes existem dentro do ambiente urbano e a ênfase deve cair na iluminação para os utilizadores mais “fracos”, as pessoas. Como Silver (2003) descreveu “quando o dia passa para a noite, as ruas revelam segredos que podem ser de conforto para o pedestre ou causar um sentimento de insegurança na escuridão. Iluminação pode revelar a cidade de noite ao acentuar a imagem urbana, ou se inadequada, causa confusão e insegurança.”.

A iluminação urbana deve identificar as diferentes zonas da cidade e como as pessoas interagem com esses elementos. No livro “A imagem da cidade” de Kevin Lynch, identifica certas áreas dentro da rede de estradas que formam a paisagem urbana. Estes são, nós, elementos de destaque, limites de bairros e caminhos. Nós, são áreas onde existe uma convergência ou uma mudança de movimento, ou um lugar de um elemento físico como uma praça ou uma esquina.¹⁷

É por isso importante identificar estas áreas no interior do tecido urbano e resolver o problema da iluminação de acordo com isso. Estas áreas podem também ser divididas pelo seu nível de uso, função principal e nível de importância. Por exemplo, a principal via pública podia ser descrita como intensa, transitória e grande, enquanto uma rua residencial pequena seria descrita como baixa, social e pequena.

Esta graduação ajuda não só na provisão de soluções sustentáveis apropriadas para a área e o nível de uso, como também garante que a amenidade é apropriadamente disponibilizada.

Numa abordagem semelhante, Takada & Higo (1983) descreveram um conceito para a iluminação de estradas dentro e à volta de áreas residenciais de Tóquio com a ênfase nos pedestres em vez dos motoristas. O conceito baseia-se em dois pontos.

Não devem existir “escuridão perigosa” em nenhuma parte da área residencial e com a prioridade concedida às acções pedestres, o eixo de movimentação das principalmente usadas por pedestres deve estar desimpedida. Numa abordagem semelhante à de Lynch, áreas foram divididas em categorias, estradas principais, e ruas de intrusão a áreas residenciais, ruas de distribuição e ruas de acesso. Eles também identificam pontos importantes do movimento pedestre como paragens de autocarro ou estações de comboio. As ruas principais com vários cruzamentos pedestres e rodoviários foram iluminadas com mais intensidade devido ao maior volume de tráfego e aumento do nível de perigo. Lentamente o nível de iluminação é reduzido até ao nível mínimo de segurança nas vias de menor importância. Esta abordagem ajuda também na orientação dos pedestres através da diferença nos níveis de iluminância. Uma experiência realizada em 5 áreas residenciais adjuntas de Tóquio. Em primeiro lugar, um eixo rodoviário fortemente iluminado com 20lux para as vias principais, com um nível inferior de 8 lux para as estradas de distribuição, e 1,5 lux para o resto dos quarteirões. Uma avaliação pré e pós experiência foi conduzida com o objectivo de avaliar o brilho e o reconhecimento facial. Outras experiências de re-iluminação obtiveram melhoramentos semelhantes na percepção geral da área, diminuição do medo do

¹⁷ Lynch, 1960

crime em geral tornando os espaços psicologicamente mais convidativos, ou seja, criando uma melhor amenidade.

- Zonas

Se existem zonas com uma identidade característica, a iluminação pode adoptar condições, desenho dos pontos de luz, tipos de iluminação, etc., que se estendem por toda a sua área e contribuem para definir essa identidade territorial.

Convém que as características da iluminação harmonizem com o ambiente e o carácter próprio da zona. Os pontos de luz irão integrar-se na paisagem urbana e podem ser mesmo elementos que a definem. Características de uma iluminação equilibrada podem permitir um alto grau de visibilidade sem necessitar de recorrer a níveis elevados, logo, caros. Por outro lado, a visibilidade, embora seja um objectivo imprescindível, não é o único em relação à iluminação urbana. Estas possíveis características de “homogeneidade” não devem prejudicar a introdução de variações que podem indicar subzonas específicas ou que destaquem determinados elementos significativos ou singulares.

- Tipos de vias

As vias de primeira classe são vias onde os veículos motorizados se deslocam a altas velocidades. Nessas estradas as condições visuais precisam ser primeiramente orientadas para a tarefa de navegação da pessoa em controlo do veículo. O motorista precisa de ser capaz de reconhecer e avaliar o caminho a seguir, o estado e os limites da faixa de rodagem, sinalização rodoviária, outros veículos, bem como os obstáculos e os riscos laterais da estrada.

A superfície da estrada tem um papel importante no cálculo da iluminação, isto porque os objectos são apenas visíveis se a iluminação for adequadamente contrastante com a sua envolvente, que pela perspectiva do motorista é principalmente a estrada. Como ambientes com luminâncias elevadas criam maior sensibilidade ao contraste, é necessário ter suficiente iluminação na estrada para ter-se a certeza que os objectos na estrada se tornam contrastantes do seu envolvente. O arranjo das luminárias num sistema de iluminação viária fornece orientação visual. Zonas perigosas como cruzamentos de estradas devem ser identificáveis de longe.

As vias de segunda classe são vias em que os veículos rodoviários têm preponderância, mas existem também outros utilizadores na via, como peões e ciclistas. Devido a esta

coexistência os parâmetros para este tipo de vias irão resultar numa maior necessidade em termos de iluminação. Estes podem incluir medidas para redução do trânsito, densidade de cruzamentos, o fluxo de tráfego de veículos, a dificuldade da tarefa de navegação, áreas de conflito, complexidade do campo visual, veículos estacionados e do fluxo de ciclistas e peões.

- Orientação

Pode dizer-se que a matriz dos itinerários, tanto são passagens da população como ligações entre áreas ou rotas de interesse particular: a intensidade da luz, a cor, o desenho específico dos pontos de luz, etc., podem ser elementos que ajudam o pedestre a reconhecer o caminho adequado (Figura 17).

A sinalização dos caminhos é especialmente interessante para os visitantes que desconhecem a cidade, e podem encontrar nos sinais uma ajuda para se orientarem e até mesmo um incentivo para se aproximarem a locais de interesse.

Muitas vezes uma rota é uma transição. A iluminação pode ser um elemento que facilita a adaptação a esta variação, aumentando gradualmente, por exemplo, o nível de iluminação, variar a altura do foco de luz, etc..



Figura 17 - A Alameda Dom Afonso Henriques surge destacada através duma maior intensidade e diferente cor na iluminação. Toma uma posição de destaque, importante como um ponto de orientação.

- Nós de interesse específico

Uma iluminação adequada pode servir para destacar a existência de um elemento ou área de interesse especial à distância, e pode servir, assim, como um instrumento de orientação e atracção.

Muitas vezes a iluminação de um edifício ou monumento é o que cumpre essa função. Mas também pode tratar-se de outro tipo de elementos e até mesmo a iluminação urbana: uma zona de elevado nível de iluminação, o brilho dos pontos de luz à distância, etc..

Espaços verdes

São espaços de oxigenação, de descanso e lazer, os espaços verdes são elementos monumentais de composição urbana mas também imagens mentais que marcam a nossa memória de uma cidade. Todos têm um estilo, ou uma combinação de estilos, progressivamente se estratificaram, sobrepuseram ou acumularam. A iluminação não deve ser um factor de uniformização. Pelo contrário deve servir para lhes conferir uma identidade nocturna ou para consolidar o seu estilo. É essencial estudar a história do parque, a sua evolução, as suas composições passado e presente, o seu encanto, as suas qualidades, os seus ambientes e as suas utilizações actuais.

Consoante os casos, as escolhas de iluminação devem permitir valorizar um relevo que testemunha vestígios arqueológicos, dar ênfase a uma simetria rigorosa, assinalar áreas pitorescas, formalizar uma geometria moderna ou delimitar uma malha contemporânea sendo evidente que o conjunto destas escolhas deve estar subordinado a uma verdadeira composição nocturna de conjunto.

Nos espaços verdes públicos, a iluminação tem a obrigação de respeitar a sua escala e organização, mas é também nestes espaços que se pode com maior facilidade dar asas à criatividade na iluminação, existindo menos regras. O projecto deve ter em conta as diversas percepções desta paisagem hierarquizada:

- Visão externa ou interna do local;
- Visão breve e longínqua, de ângulo restrito, dos automobilistas;
- Visão itinerante, individualizada, de ângulo aberto, dos peões;
- Visão panorâmica, de ângulo muito aberto, de observadores privilegiados;
- Visão estática ou visão dinâmica;
- Visão diurna ou nocturna.

De modo a atingir estas percepções de paisagem e criar diferentes ambientes, existem várias técnicas e efeitos de iluminação possíveis, de entre as quais se destacam as seguintes para espaços verdes:

“Uplighting”

É normalmente utilizada para destacar plantas ou pontos importantes da paisagem (Figura 18). Este tipo de luz cria uma silhueta brilhante ao objecto iluminado devido ao grande contraste entre o contorno e as linhas horizontais. No caso particular das árvores este tipo de iluminação deve ser instalado o mais próximo possível do fim da esfera das raízes. A luz deve ser contida na direcção do objecto em destaque pois o mau posicionamento da luz criará poluição luminosa tal como desperdícios de custos.

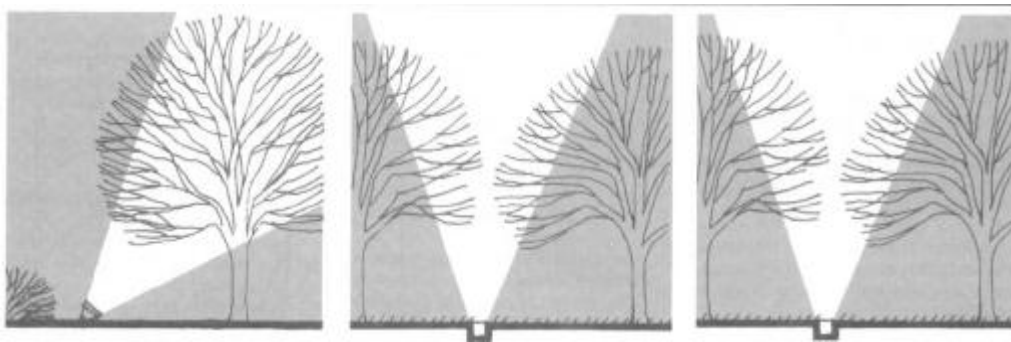


Figura 18 - Exemplos de iluminação "uplighting". Fonte (Harris;Dines, 1998).

Iluminação de silhueta

Este tipo de iluminação é conseguido através da iluminação de fundo, para que os objectos em primeiro plano tenham os seus contornos exteriores destacados (Figura 19). Para que se consiga o efeito pretendido os objectos não devem estar muito distantes do fundo iluminado, é importante ter-se igualmente atenção à quantidade de luz, pois se for excessiva o objecto perde a sua silhueta.

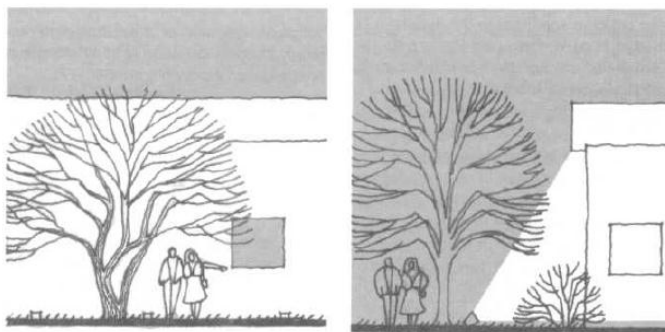


Figura 19 - Exemplo de iluminação de silhueta. Fonte (Harris;Dines, 1998).

Iluminação de textura e sombra

Tem como principal característica a habilidade de criar padrões de texturas no pavimentos ao ter o seu foco de luz a atravessar a folhagem ou outras estruturas (Figura 20). Este método cria um alto contraste entre as superfícies superiores e inferiores da folhagem que podem criar efeitos interessantes. A textura da sombra irá depender da distância entre a

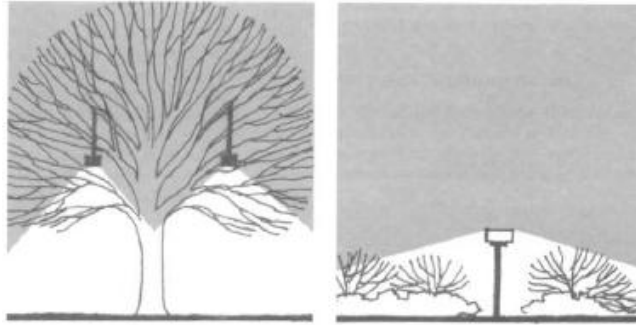


Figura 20 - Exemplos de iluminação de textura e sombra.
Fonte (Harris;Dines, 1998).

fonte de luz e o pavimento, quanto maior foi a altura da fonte de luz e do “filtro” em relação ao chão, mais grosseira será a sombra. Este tipo de iluminação é de grande interesse para criar textura em áreas relvadas ou pavimentos com características pouco naturais.

Iluminação de destaque

Consiste no destaque de objectos ou vegetação particular, através de um contraste nítido com o envolvente (Figura 21). Este método pode ser criado através de diferentes tipos de iluminação, como “uplighting”, “downlighting”, iluminação de silhueta, entre outras que consigam criar o efeito pretendido de destaque.



Figura 21 - Exemplo de iluminação de destaque.
Fonte (Harris;Dines, 1998).

Iluminação de baixa altura em caminhos

Fontes de luz coladas a baixa altura em relação ao peão, para conter o nível de brilho que pode inibir a boa visão do espaço envolvente (Figura 22). Não devem ser usadas em caminhos com superfícies muito reflectoras, o que irá incomodar a visão das pessoas.

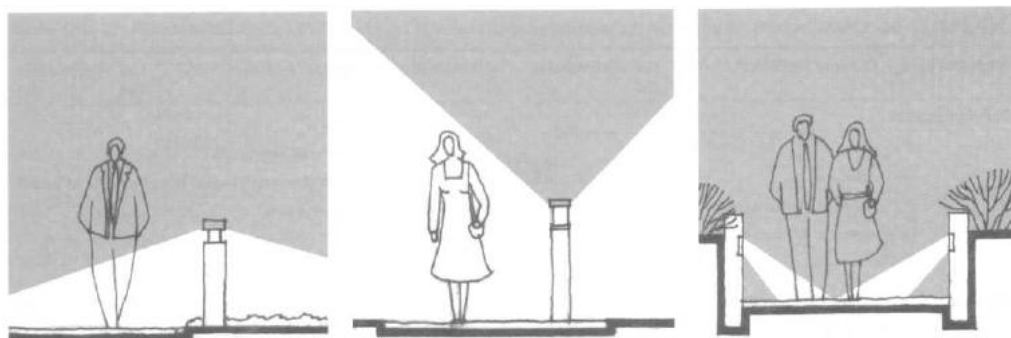


Figura 22 - Exemplos de iluminação de caminhos a baixa altura. Fonte (Harris;Dines, 1998).

“Luz da Lua”

É uma iluminação em que a luz se torna difusa e cria poucas sombras. Pode ser obtida através da instalação, a grande altura da superfície, ou usando telas difusoras conjuntamente com a redução da voltagem da lâmpada. Este efeito pretende criar uma luz semelhante com a iluminação lunar, em que os objectos são visíveis, mas existe um contraste mínimo entre objectos e as cores se tornam suaves. Cria efeitos interessantes nomeadamente ao longo de caminhos, zonas de transição e espaços íntimos. É um tipo de iluminação difícil de se obter e é bastante vulnerável a luzes de maior intensidade provenientes de áreas envolventes.

Os parques quer sejam abertos ou fechados durante a noite, necessitam, no mínimo, de uma iluminação de segurança em toda a sua área. Por razões de gestão e segurança, alguns parques são fechados de noite, mas mesmo nessas situações o parque deve ter iluminação suficiente para os agentes de segurança fazerem as suas rondas com uma boa visão ou no caso em que algum evento nocturno seja ali organizado. Contudo pode ser também valorizado com o intuito de criar perspectivas nocturnas atraentes ou suscitar outras actividades. Nesse caso, o projecto incide sobre quatro registos principais de iluminação

- A circulação de peões e os acessos;
- As árvores arbustos, parterres, relvados ou rochas;
- Os lagos, fontes e jogos de água;
- Os muros, muretes, edifícios e elementos importantes.

É perfeitamente evidente que não se trata de preencher com a luz toda a superfície dos parques, mas antes analisar o seu estilo, os locais geradores de ambientes, os elementos-

chave, os pontos focais, a fim de compor uma imagem nocturna global e plural. Em termos estéticos é necessário ter atenção que as lâmpadas de sódio, não emitem “espectro verde” e portanto não identifica o verde da vegetação, as luzes com temperatura de cor branca são mais indicados para estes espaços.

As vias de circulação

Em parques de grandes dimensões, esta iluminação deve limitar-se aos caminhos principais a fim de não perturbar o arranjo global ou contrariar as atmosferas pitorescas procuradas. Em contrapartida, pode ser situada nos cruzamentos ou áreas secundárias para que as mesmas sejam também balizadas. Desempenhando uma função de balizagem luminosa, esta iluminação pode também revelar-se muito interessante para acentuar a topografia do local. Neste caso, a posição e o espaçamento dos pontos de luz devem ser estudados de forma muito precisa de modo a que a trama ou as linhas pontilhadas reproduzam visualmente os desníveis e os declives das vias de circulação (Figura 23).



Figura 23 - A Iluminação de espaços de ampla dimensão deve-se limitar aos caminhos principais.

Fonte (Licht.de)

A iluminação das vias de circulação é implantada em função dos possíveis pontos de vista dos indivíduos que se encontram no interior ou exterior do parque, tendo o cuidado de não perturbar a visão das iluminações paisagísticas ou arquitecturais. Pode ser concebida a partir de candeeiros de pé (iluminação directa, mista, indirecta ou difusa), de bornes de baixa luminância, de aparelhos de balizagem ou aparelhos encastrados no solo.

Iluminação cénica

Num parque, não é obrigatória a iluminação das árvores, elementos vegetais e das rochas. Pode ser um simples complemento da iluminação das vias de circulação, ou, pelo contrário dos principais elementos da encenação.

Para levar a bom termo a iluminação cénica de um parque, é necessário começar por inventariar minuciosamente as diferentes espécies de árvores existentes ou previstas, e seguidamente, seleccionar os objectos a iluminar em função da sua posição no espaço e do seu potencial decorativo e cenográfico. Podem criar-se artifícios a fim de animar os eixos de visão e as deambulações nocturnas.



Figura 24 - Exemplo de iluminação cénica numa árvore. Fonte (Licht.de).

Os objectos iluminados atraem mais atenção durante a noite e as distâncias são menos perceptíveis (Figura 24). Torna-se, assim, importante dominar as diversas luminâncias das árvores iluminadas, a fim de orquestrar e equilibrar a composição. Os quadros nocturnos são elaborados tendo em conta a sua interacção eventual de acordo com as diferentes direcções do olhar. A encenação é orientada pela transparência dos objectos iluminados, o seu posicionamento, as perspectivas, as suas dimensões e a sua evolução sazonal. A justaposição das cores, a sobreposição gráfica e a profundidade de campo dos planos iluminados, podem ser astuciosamente utilizados para dar um toque final aos quadros.

Iluminação aquática

A iluminação dos lagos, fontes e jogos de água aborda um registo complementar da iluminação paisagística, dado que valoriza, em primeiro lugar os planos horizontais (figura 25). No entanto, as superfícies líquidas são também espelhos magníficos susceptíveis de acolher reflexos e imagens movediças. Por conseguinte, é necessário ter cuidado de hierarquizar os efeitos luminosos desejados a fim de não os contrariar. A análise do envolvimento luminoso, existente ou projectado, torna-se, assim, um factor importante no contexto da elaboração de um projecto.



Figura 25 - Exemplo de Iluminação aquática no Rio Sèvre, França. Fonte (Narboni, 2010).

Iluminação arquitectónica

A iluminação arquitectónica faz parte também da encenação nocturna. Os muros, muretes, construções, pequenas casas de campo e estátuas foram colocados em pontos precisos das perspectivas para aí servir de guia visual ou de ponto focal na composição do parque (Figura 26). A sua iluminação, o seu impacto visual durante a noite, a sua luminância têm de ser calculados com muita precisão para não poluírem as perspectivas nocturnas. É também possível, inversamente, utilizar esta iluminação para modificar sabiamente a distância perceptível de um edifício ou de um objecto.



Figura 26 - Iluminação arquitectónica numa ponte sobre o Grande Canal em Hangzhou, China. Fonte (Narboni, 2010).

Em espaços com dimensões mais modestas como jardins e espaços de proximidade, o desenho, o estilo ou o tema orientam as opções de iluminação paisagística e de valorização do espaço. A esta escala, a criação de perspectivas significativas é menos importante. Um jardim com uma geometria complexa irá necessitar de uma balizagem simples a partir de pontos luminosos ou de candeeiros. Em contrapartida, um traçado rigoroso pode aceitar a sobreposição voluntária de uma malha luminosa simbólica ou de uma disposição aleatória de pontos luminosos, de natureza mais poética. Uma composição linear pode ser acentuada por filas de candeeiros ou por bornes de baixa luminância implantados regularmente. Um jardim vertical, implantado numa falésia ou ao longo de uma antiga muralha, implica a utilização de linhas luminosas que se unem com os estratos, as curvas de nível ou outras roturas da encosta.

A iluminação das praças deve ser sóbria e pontual a fim de as integrar no seu devido lugar na paisagem urbana, dado que veiculam um sentimento de intimidade e uma vez que o peão tem um papel de “suspensão da imagem”. Para corroborar este estatuto e afirmar visualmente a interrupção da continuidade dos caminhos, a iluminação das estradas pode entrar em ruptura com a das ruas vizinhas (iluminação linear interrompida a favor de uma iluminação mais espacial, mudança do eixo de implantação, valorização pontual das folhagens, demarcação por dois candeeiros).

Os miradouros, por seu lado, devem ser sempre locais com menor intensidade luminosa em relação ao seu envolvente, de modo a realçar os contrastes da paisagem nocturna e tornar visível a estrutura de utilização do espaço (Figura 27). A luz é claro um factor importante nas vistas, não só importante no local no miradouro mas também no percurso médio da visão do observado tal como no fundo, isto é, as diferentes intensidades com que se observa as luzes exteriores ao miradouro poderá destacar ou esconder certos aspectos da paisagem.



Figura 27 - Iluminação nos miradouros deve ser menos intensa do que na envolvente.

Nos espaços verdes em geral, deve ser tido em atenção não diversificar muito na instalação de diferentes tipos de fontes de luz, lâmpadas ou equipamento, pois mais difícil tornará a manutenção dos mesmos, sem que exista perda de identidade do projecto/espço. Isto torna-se mais claro em grandes parques ou jardins, onde normalmente existe mais variedade, mas pode também ocorrer nos espaços de dimensões mais modestas.

3.4. FACTORES AMBIENTAIS

- Reduzir a poluição luminosa

A poluição luminosa é a emissão do fluxo de luz em zonas ou direcções que não correspondem às áreas a serem iluminadas (especialmente o céu), áreas naturais próximas ou o interior dos edifícios.

Este é um fenómeno observável, basta verificar o halo luminoso alaranjado visível de longe, que de noite se observa nas zonas citadinas. Quanto maior é essa zona, mais denso e mais extenso é o halo luminoso (Figura 28).

O halo luminoso ocorre através das emissões de luz que irradiam para cima a partir de áreas densamente povoadas e ilumina o céu nocturno através da luz reflectida por partículas em



Figura 28 - Exemplo de um halo luminoso. Repare-se na claridade criada mesmo numa noite sem nuvens.

suspensão no ar (nomeadamente poeiras, mas também partículas de água). Sem poluição atmosférica existiria muito menos poluição luminosa. Este fenómeno diminui o contraste entre as estrelas e o fundo negro do céu, o que torna difíceis as observações astronómicas. Certos estudos confirmam em como o excesso de luz interfere com os ciclos naturais de animais e plantas, bem como com as rotas de migração.

A melhor maneira de minimizar esse tipo de emissão de luz é garantir que a iluminação da via pública e luminárias exteriores apontam/focam a sua luz apenas onde é necessário.

Seria interessante medir o nível da iluminação restituída ao solo por essa verdadeira abóbada luminosa. É fácil observar, que num centro urbano denso, até na ausência de qualquer iluminação pública (no interior de um parque por exemplo) se pode passear vendo distintamente o chão. A sensação de escuridão relativa, pode surgir da simples transição de um espaço muito luminoso para outro muito menos iluminado. Aquilo que mais frequentemente se critica é o fluxo luminoso directamente emitido pelos aparelhos de iluminação: o fluxo vertical dos projectores e o fluxo oblíquo, situado acima da horizontal, das luminárias de iluminação pública. Estudos recentes tornaram possível demonstrar que o fluxo luminoso indirectamente restituído na vertical pelo chão iluminado é também prejudicial na poluição do céu nocturno.

Em relação à iluminação urbana, as principais causas podem ser apontadas como:

- A utilização de luminárias que dirigem a iluminação para o hemisfério superior ou ângulos distantes da zona a iluminar;
- A utilização de lâmpadas com emissão importante nas zonas de menos longitude das do espectro visível;
- O reflexo da iluminação sobre o pavimento ou fachada.

Todos estes aspectos serão considerados no desenho projectual das instalações de iluminação. Sobre este tema as considerações mais importantes são as seguintes:

- Se as considerações paisagísticas ou ambientais entrarem em contradição com as exigências de protecção, deve considerar-se a possibilidade de estabelecer um tempo limite para a utilização desses recursos;
- Na definição dos níveis de iluminação convém não superar os valores necessários, porque se aumenta consideravelmente a poluição por reflexão. É conveniente substituir o conceito de “quantidade de iluminação” por “qualidade de iluminação”.

A poluição atmosférica é que torna visível a poluição luminosa. Com efeito, a luz só é visível no ar, na atmosfera da Terra, por causa das partículas em suspensão que a difundem (gotas de água, poeiras, moléculas gasosas).

Mas iluminar o solo já não é a única função da luz na cidade. Os modos de vida urbana evoluíram, integrando novas necessidades, novos lazes e prazeres nocturnos. As lojas das proximidades, em certos países, e os bares e restaurantes, noutros, mantêm-se abertos durante toda a noite ou parte dela. As actividades nocturnas (comerciais ou culturais) desenvolvem-se. Os monumentos ficam abertos à noite para propor outro tipo de descobertas. A oferta de visitas turísticas nocturnas aumenta e diversifica-se, desde o simples património histórico ao património privado, industrial e portuário. Estas novas práticas urbanas pediriam, portanto, em vez do simples confronto dos diversos interesses envolvidos, uma verdadeira discussão urbana sobre a cidade nocturna, os seus usos, as suas implicações e os seus públicos.

A melhor maneira de minimizar este tipo de poluição é garantir que a iluminação da via pública e luminárias exteriores apontam/focam a sua luz apenas onde é necessário e através da escolha adequada de luminárias, de preferência com uma dispersão de luz concentrada abaixo dos 90° da luminária. Ter em atenção no entanto que mesmo as luminárias mais indicadas se colocadas com espaçamentos curtos, podem criar poluição através do excesso de luz reflectido das superfícies (Figura 29).



Figura 29 - As diferentes intensidades que a luz é reflectida pelas superfícies, consoante a distância dos equipamentos. Fonte (Schröder, 2005).

Cada vez mais se debate esta questão, e sugere a criação de grupos de trabalho pluridisciplinares que integrem agentes urbanos, ecologistas, biólogos, astrónomos, juristas e designers de luz com o objectivo de analisar situações significativas já existentes, estudar os efeitos ambientais a médio prazo dos projectos em curso, determinar e cartografar as zonas sensíveis à poluição luminosa e, por fim elaborar, para projectos futuros, cadernos de encargos e programas que atendam às restrições ambientais. Vários países, entre eles a

República Checa, a Austrália, os Estados Unidos da América, o Chile e a Itália, desenvolveram legislação para combater a poluição luminosa.

- Redução do consumo energético

Do ponto de vista ambiental, um dos pontos mais importantes a considerar, em relação a iluminação pública, é a quantidade de energia que esta consome. Normalmente os sistemas de iluminação pública são ineficientes devido à selecção inadequada de luminárias, fraca instalação e desenho da rede, e práticas pobres de manutenção e operação.

O consumo da iluminação pública é uma parcela menor na electricidade total consumida em Portugal (cerca de 3%), mas a redução do consumo dessa parcela é bastante grande em termos económicos. Algo que em geral nas autarquias, não é tido em atenção.¹⁸

Na iluminação pública existem dois factores muito importantes na redução do consumo energético, o nível de eficiência energética das lâmpadas e a utilização de balastros electrónicos.

Actualmente as lâmpadas mais indicadas em termos de nível de eficiência para utilização pública são os LED's, o sódio de alta pressão e os iodetos metálicos. Os níveis de eficiência luminosa dos LEDs variam entre 70-160 lm/W, o sódio de alta pressão 50-150 lm/W e os iodetos metálicos entre 70-130 lm/W.

Por vezes em certas ruas ou até bairros, conforme o nível de utilização do espaço, o tipo de actividade, ou até o luar, é possível existir variação dos níveis de iluminação ao longo da noite, podendo reduzir significativamente o consumo energético. A redução nocturna de fluxo luminoso é normalmente realizada por balastros electrónicos (Figura 30). Estes regulam a corrente transmitida para as lâmpadas. Existem balastros de regulação manual (no suporte) ou de controlo ponto a ponto (de forma remota). De acordo com um projecto feito pela Lisboa E-Nova, existe um retorno do investimento, passados 2 anos, em relação aos balastros de regulação manual e de, até 4 anos, nos balastros de controlo ponto a ponto. O Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética refere que a implementação de sistemas de regulação de fluxo deverá reduzir o consumo da iluminação pública entre 30 a 40%.¹⁹

¹⁸ Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética, 2008 in Neto, 2009

¹⁹ Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética, 2008 in Neto, 2009

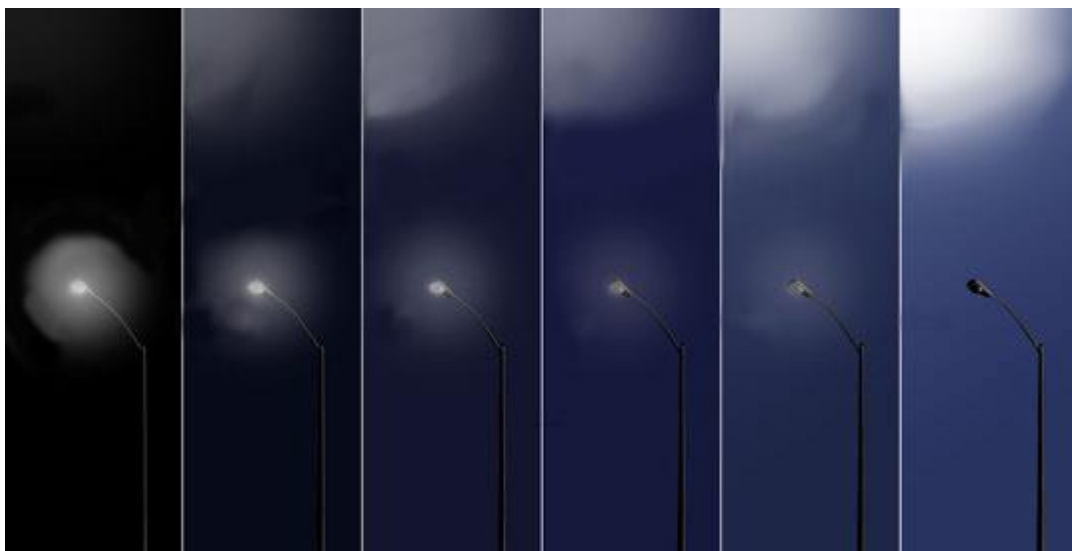


Figura 30 - A utilização de balastros electrónicos reduz o consumo de energia das luminárias ao longo do período nocturno, através da regulação da luz para níveis inferiores em horas de menos movimento. Fonte (USAID, 2010).

- “Pegada ecológica”

O impacto dos sistemas de iluminação sobre o ambiente não se limita à sua fase de utilização. Também os materiais e o consumo energético necessários na produção e após a vida útil dos equipamentos e lâmpadas, (para reutilização, reciclagem, ou nenhum reaproveitamento), representam um impacto sobre o ambiente.

A maioria das lâmpadas contém gases ou metais pesados altamente prejudiciais à saúde humana e a todo o meio ambiente, frequentemente libertados antes ou sem que as lâmpadas entrem num processo de reciclagem. Os LED's por outro lado são apontados como uma das soluções mais ecológicas, uma vez que, não possuindo gases ou metais pesados, são mais facilmente reciclados.

A redução do consumo energético pela iluminação pública ajudará também a diminuir a dependência na utilização de combustíveis fósseis para a produção de energia eléctrica.

3.5. ERROS COMUNS

É frequente nas cidades observarmos várias incoerências e erros na iluminação pública. Muitos surgem da falta de planeamento, outros por falta de uma linha de gestão bem definida. Estes erros podem levar a uma descaracterização do espaço, desperdícios

económicos e energéticos ou até mesmo à desertificação do mesmo espaço, não contribuindo para a valorização da cidade.

Alguns erros mais comuns, encontrados nas nossas cidades são:

- Luminárias diante a janelas – um dos erros mais frequentemente encontrados nas nossas ruas (Figura 31). Uma rua bem iluminada em todo o seu comprimento deve ter uma base uniforme, e não é necessário para isso ter compassos de distância constantes. Por vezes um simples desvio de posição ou aumento /diminuição de intensidade serve o efeito. Estas alterações não terão grande mudança na uniformidade da luz ao longo da rua, tal como o efeito visual do posicionamento regrado dos equipamentos.

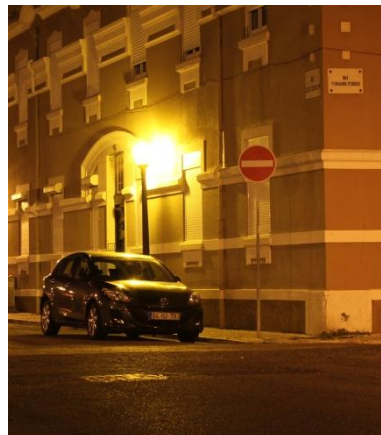


Figura 31 - Exemplo numa rua em Lisboa.

- Iluminação na cidade feita como uma manta de retalhos – é comum em muitas cidades não existir um plano de iluminação global. Este vai sendo construído através de projectos, que vão sendo executados muitas vezes sem ligação ao anterior ou ao próximo. Este efeito cria grandes problemas de manutenção e identidade do espaço, que se torna muitas vezes fragmentado.

- Falta de um plano de gestão e manutenção – é normal em caso de avaria de fontes de luz ou luminárias, estas serem substituídas por outras que estejam em maior quantidade em armazém. Nem sempre tendo em atenção a tipologia de iluminação que se encontra no local (Figura 32). Isto torna o trabalho da manutenção muito difícil e de fraca qualidade.



Figura 32 - Falta de uma estrutura leva a situações deste genero.

- Iluminação viária dentro da cidade - Muitas são as vezes em que se vê uma iluminação com preponderância para a circulação viária, mas a iluminação pública deve ter em maior atenção os peões pois estes não têm luz própria para lhes iluminar o caminho. Aos veículos apenas é requerido que em certos pontos como bermas, passeios, e determinados pontos de maior perigo como cruzamentos,

rotundas, ou passadeiras, estejam bem iluminados. Desta forma, a iluminação deve incidir no espaço de modo a evidenciar as bermas e passeios, para que os peões possam sentir segurança na sua circulação nocturna.

- Obstrução da paisagem pela iluminação – este fenómeno acontece normalmente em pontos com vistas distantes. Nestes pontos a intensidade de luz é tão intensa que não permite a um indivíduo que lá se encontre, possa visualizar com detalhe uma paisagem mais distante e mais escura que este ponto, o contraste é tão grande que o distante que se vê é só escuridão. Também pode acontecer um sítio intermédio com grande intensidade de luz bloquear a vista. Nomeadamente os miradouros devem ter uma iluminação mais suave para permitir o desfrutar da ampla paisagem nocturna.
- Intensidade luminosa excessiva – é verdade que em áreas de muito movimento a intensidade de iluminação deve ser superior à normalmente utilizada em áreas de características mais residenciais, mas muitas vezes esta torna-se excessiva (Figura 33). Em áreas comerciais por exemplo, também as montras das lojas podem contribuir para este excesso de luz. Em áreas de menor movimento nocturno também se notam em algumas situações com intensidades excessivas, aumentando deste modo o consumo energético de forma desnecessária.

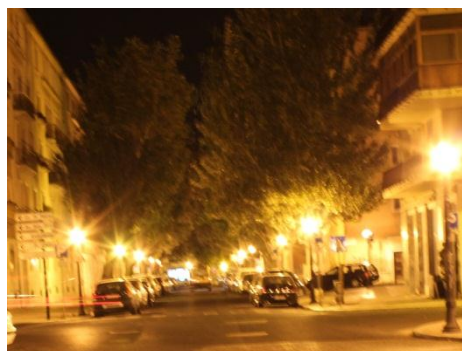


Figura 33 - Embora exista a presença de árvores nesta rua, o nível de iluminância é exagerado como visto até nas fachadas dos prédios.

4. ARQUITECTURA PAISAGISTA e ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Em arquitectura paisagista a luz e sombra têm um papel importante, mas muitas vezes a criatividade e a ordem destacada pelo desenho do jardim de dia, não transparece nem inova no mesmo espaço durante a noite. Como referiu Narboni (2003), *“A paisagem também pode ser lida de noite, mercê das grandes massas escuras das zonas naturais não urbanizadas que recortam transversalmente a imagem luminosa da cidade. Neste caso, a ausência de qualquer ponto luminoso reconstitui em negativo as concavidades e os relevos do local. As partes escuras podem confundir-se, no horizonte, com o negrume do céu, eliminando ou transformando de uma maneira espantosa os limites naturais diurnos de um local. Finalmente, as franjas periurbanas podem servir de transição para o escuro ou, pelo contrário, constituir limites nítidos entre as zonas rurais e a cidade iluminada”*. Assim, na minha opinião, o arquitecto paisagista deve deter algum conhecimento sobre iluminação e ter a noção em como esta pode afectar o espaço e o bem-estar das pessoas. O mesmo refere António Paulo Saraiva (2005) que “A nível estético a iluminação nocturna, chamando a atenção para determinados objectos e deixando outros na sombra ou semi-sombra, e usando luzes de diversas cores, cria uma nova imagem na cidade, ou de um jardim, e permite novas experiências estéticas (...)”.

A arquitectura paisagista é afinal “o ordenamento do espaço exterior em relação ao homem”²⁰ ou seja todo o espaço que rodeia o homem, excluindo-se o espaço interior dos edifícios. Embora seja este o objecto da arquitectura paisagista, é visto de uma maneira mais virada para as componentes ecológicas, desprezando o conhecimento cultural deste estudo. Neste momento a iluminação não é abordada como uma matéria a nível de espaço público, o que é um erro. É verdade que os arquitectos paisagistas não estão aptos para a criação de um plano de iluminação, mas o seu conhecimento do espaço público, aliado aos conceitos dos projectos e dinâmica prevista dos espaços, podem ter uma palavra no planeamento da iluminação, posteriormente articulando o conhecimento mais técnico/funcional dos engenheiros. Como refere M. Magalhães (2001), “A diferença entre as Arquitecturas e a Engenharia está na criação do objecto artístico, através da procura da forma que dê uma expressão de qualidade ao todo”. É esta relação que já existe entre o arquitecto e vários ramos da engenharia (ex: engenharia civil), em que o arquitecto possui conhecimento sobre materiais e construção suficientes para fundamentar o seu projecto, aquando da fase de execução em conjunto com os engenheiros.

²⁰ Magalhães, 2001

A arquitectura paisagista é actualmente ainda uma profissão pouco compreendida. Como referido acima o seu objecto de estudo é o espaço exterior. Este é extremamente dinâmico, com diferentes processos e evoluções dos quais a arquitectura paisagista deve tentar conhecer, sendo a iluminação um elemento essencial do espaço exterior nocturno. O paradigma de que a iluminação é uma área regradada apenas pela engenharia já é passado, a iluminação também poderá ser integrada na arte e planeamento das nossas cidades, e a Arquitectura Paisagista deve acompanhar e entender a sua evolução e utilidade no espaço público.

Deste modo, e após longa pesquisa bibliográfica acerca do assunto de iluminação pública, compilei a informação de carácter mais técnico num quadro síntese (Quadro 5) para o arquitecto paisagista, de modo a facilitar a entrada e entendimento neste tema. Este quadro síntese contém recomendações de características de iluminação para diferentes tipologias de espaço público, como vias, espaços verde e espaços singulares.

			Características da iluminação								
			Foco de luz	Temperatura de cor (K)	Índice de reprodução de cor	Altura (m)	Iluminância	Eficiência Luminotécnica	Material de fusto	Resistência / Manutenção	Organização
Tipologia de espaço público	Vias	Estradas urbanas	Directo	4000	Alto	8 -12	14 -16	Alta	Metal	Alta	Bilateral oposta, posição central com braço duplo ou combinação das duas
		Arruamentos principais	Directo	4000	Alto	8-12 (4-6)	10 - 12	Alta	Metal	Alta	Bilateral oposta, posição central com braço duplo ou combinação das duas
		Arruamentos secundários	Directo ou Semi-directo	3800	Médio	4-8	9 - 11	Médio	Metal	Média	Bilateral alternada ou bilateral oposta (em ruas arborizadas)
		Arruamentos locais	Directo ou semi-directo	3800	Médio	4-8	8 - 10	Médio	Metal	Média	Unilateral, bilateral alternada ou bilateral oposta (em ruas arborizadas)
	Espaços verdes	Matas	Semi-directo	4500	Alto	4-6	5-10	Alto	Pvc, madeira	Média	Unilateral ou oposta alternada, apenas nos caminhos principais
		Parques urbanos	Variável	4500	Alto	Variável	5-10	Alto	Pvc Madeira	Alta	Luz deve destacar os caminhos principais, pontos de interesse, e consiga definir os limites do espaço
		Jardins	Variável	4500	Alto	0-4	5-8	Médio	Pvc, Madeira	Alta	Evitar zonas sombrias
		Espaços verdes de proximidade	Directo ou semi-directo	4500	Alto	0-4	5-8	Médio	Pvc, Madeira	Média	Evitar zonas sombrias
		Espaços verdes de enquadramentos	-	-	-	-	-	-	-		-
	Espaços singulares	Miradouros	Directo	entre 4500 e 3800	Alto	0-4	5-10	Médio	Metal	Média	Evitar zonas sombrias; menor intensidade de luz em relação ao envolvente
		Praças / Largos / Ruas pedonais	Directo ou semi-directo	entre 4500 e 3800	Alto	0-6	10-13	Alto	Metal	Alta	Iluminação uniforme em todo o espaço
		Terminais / Interfaces	Directo	4000	Alto	6-12	14-17	Alto	Metal	Alta	Evitar zonas sombrias

Quadro 6 - Resumo das características de iluminação para o arquitecto paisagista.

5. **PROJECTO de ILUMINAÇÃO PÚBLICA para a CIDADE de LISBOA**

5.1. **COMPATIBILIDADE com o PDM**

Compete à CML definir e implementar o modelo de gestão que melhor promova a qualidade do espaço público, com o intuito de o tornar um elemento de afirmação. Com este desígnio, propõe-se a elaboração do Plano Estratégico para o Espaço Público de Lisboa (PEEPL), documento este que tem como finalidade uma sinergia com a revisão do PDM de Lisboa do qual faz parte esta proposta em relação à iluminação. A Iluminação é umas das áreas que na revisão do PDM não é referida, mas que o PEEPL, aborda de forma mais integrada com o espaço público. O plano estratégico é constituído por princípios globais, funcionais e de gestão.

- *Princípios Globais*

- *Identidade - É sublinhada pelos elementos e factores biofísicos (relevo, clima, água, flora, fauna) e humanos (arquitectura, estratificação populacional, social e económica, estado de conservação, etc.). A forma como estes aspectos são interpretados e manipulados contribui para a definição dos padrões culturais locais, influenciando a imagem e o simbolismo de certos locais da cidade;*
- *Consistência - Procura potencializar o espaço do objecto de intervenção ou de projecto com a área envolvente ou contígua. Potencializar a resolução funcional do programa de intervenção com as preexistências;*
- *Continuidade - A coerência formal e funcional do tecido urbano (nas suas várias unidades homogéneas) permite gerir, de forma eficiente, as redes de infra-estruturas e equipamentos que asseguram o funcionamento de um elevado número de serviços e actividades;*

- *Princípios Funcionais*

- *Mobilidade / Acessibilidade - Refere-se à faculdade de circular, fácil e rapidamente, nas deslocações urbanas, e à possibilidade de utilização dos seus espaços, equipamentos e serviços, indiscriminadamente por toda a população, em condições de usufruto semelhantes, independentemente da sua raça, nacionalidade, idade, sexo, condição física, nível económico/ cultural ou religião.*
- *Legibilidade - Os sistemas de comunicação urbanos (informativos, direccionais, comerciais, turísticos) são instrumentos de descodificação do meio envolvente e têm como objectivo identificar as diversas funções e elementos da cidade,*

tornando a sua compreensão simples e clara para todos. A legibilidade é uma condição indispensável a uma boa acessibilidade;

- *Diversidade / Adaptabilidade - Servindo de suporte a usos distintos, praticados por uma população muito diversificada, o espaço público deve ser, por princípio, multifuncional e polivalente, adaptável a utilizações de diferentes naturezas. Espaços e equipamentos muito especializados tendem a reduzir a intensidade de utilização e o leque de utilizadores;*
- *Segurança / Conforto - O nível de adequação de uma série de decisões projectuais aos diferentes contextos urbanísticos influencia as condições de segurança e conforto no usufruto dos espaços públicos. Incluem-se neste âmbito, o desenho dos espaços, a escolha e distribuição de funções, as medidas de controlo bioclimático, as características dos materiais construtivos, dos equipamentos colectivos e do mobiliário urbano, a sua ergonomia, etc.;*

- **Princípios de Gestão**

- *Resistência / Durabilidade - No processo de análise de custos/benefícios aplicado à escolha de materiais e equipamentos a usar no espaço público, os critérios de solidez, resistência e durabilidade, assim como os que decorrem da adequação à função e ao tipo de utentes a que se destinam são cruciais, na medida em que originam menores cuidados de manutenção e maior ciclo de vida útil dos produtos a que se referem;*
- *Sustentabilidade - O planeamento, a gestão e a manutenção dos espaços públicos deve seguir modelos baseados na utilização racional dos recursos naturais e energéticos, tendo a preocupação de minimizar a produção de impactes negativos sobre a população e o ecossistema;*

É o princípio mais global e abrangente, na medida em que interage com os critérios referidos anteriormente aglutinando, num todo coerente, as respectivas áreas de actuação. De acordo com esta visão, o princípio da sustentabilidade deve estar presente em todas as políticas relacionadas com a gestão da cidade e, consequentemente, do espaço público.²¹

²¹ Extraído na íntegra do PEEPL, 2009

PLANO ESTRATÉGICO PARA O ESPAÇO PÚBLICO
DIRECÇÃO MUNICIPAL DE AMBIENTE URBANO - Divisão de Estudos e Projectos

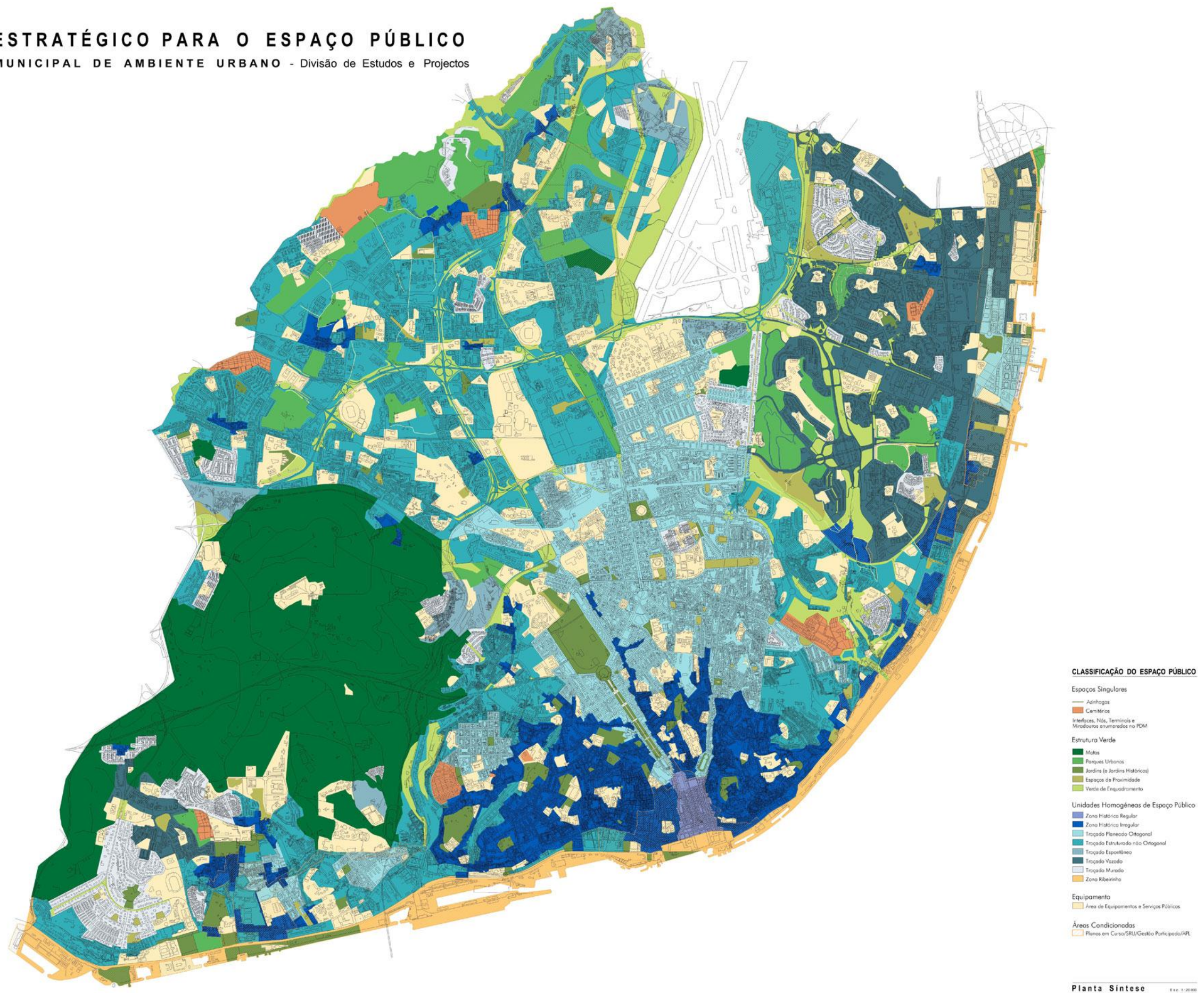


Figura 34 - Plano Estratégico do Espaço Público de Lisboa.

5.2. PLANO de ILUMINAÇÃO PÚBLICA para LISBOA

Este plano focar-se-á em vias e zonas, englobando conceitos do PDM e do PEEPL. Seguiu-se a definição das unidades elementares do espaço público urbano adoptada no PEEPL, que surgiram com base na «classificação do espaço urbano» incluída no PDM de Lisboa, não havendo, contudo, uma coincidência total no que respeita à delimitação das classes constantes nos dois documentos.

A intenção de promover uma adaptação das classes de uso do solo incluídas no PDM à especificidade da problemática do espaço público conduziu a que, no PEEPL, se tivesse produzido uma aglutinação e re-designação das várias classes tipológicas originais, que passam a ser, Espaços Canais, Espaços Singulares, Estrutura Verde Unidades Homogéneas de Espaço Público, Áreas de Equipamentos e Serviços Públicos e Áreas Condicionadas. O plano segue as áreas e vias representadas na planta síntese PEEPL (quadro), Espaços Canais, Espaços Singulares, Estrutura Verde e Unidades Homogéneas de Espaço Público. Todas estas classes tipológicas seguem os conceitos definidos no PEEPL.

5.2.1. Espaços Canais

São vias de circulação urbana, com trânsito rodoviário e/ou pedonal. Podem conter zonas verdes de enquadramento, árvores de alinhamento, faixas de mobiliário urbano, sinalética, iluminação pública. Também podem conter separadores centrais e estacionamento automóvel lateral. Estes são divididos em quatro níveis, rede fundamental de 1º nível, rede fundamental de 2º nível, rede de 3º nível e rede de 4º nível. Para o plano as redes de 3º e 4º nível são consideradas pertencentes às unidades homogéneas de espaço público onde se inserem de modo a que tenham uma leitura conjunta, sendo que estas vias representam a maior parte do espaço público dentro destas unidades. As vias fundamentais por terem um importante papel estruturante da cidade têm por isso uma leitura própria muitas vezes independente das unidades que as rodeiam mas sim uma leitura em toda a sua extensão como via/linha.

A rede fundamental de 1º nível apresenta apenas tráfego rodoviário de alta velocidade, as exigências destas vias centram-se principalmente na performance visual que a iluminação pode dar aos condutores de modo a que se desloquem sempre com boa visão da estrada e de possíveis obstáculos inesperados. **Estas iluminações devem ter o seu foco**

exclusivamente apontado para a estrada e não para áreas circundantes como frequentemente se vê. As luminárias devem ser de emissão directa. A superfície da estrada tem um papel importante no cálculo da iluminação, isto porque os objectos são apenas visíveis se a iluminação for adequadamente contrastante com a sua envolvente, que pela perspectiva do motorista é principalmente a estrada. Um único tipo de elemento recomenda-se para toda esta rede.

A rede fundamental de 2º nível é constituída por vias onde se encontram múltiplos tipos de utilizadores, nomeadamente, trânsito rodoviário, transporte público rodoviário, ciclável e pedonal. A iluminação deve ter atenção às características inerentes destes tipos de utilização, devendo ser mais atenta ao movimento pedonal, por ser o elemento mais frágil e por isso deve conseguir ver e ser visto, nestas vias as velocidades do tráfego rodoviário ainda são relativamente altas. **A luz de cor branca pode ajudar na melhor iluminação do espaço, junto com postes que acomodem duas luminárias, uma direccionada ao trânsito pedonal e ciclável e outra mais a cima para o rodoviário.** As luminárias devem também ser de emissão directa, caso as vias sejam muito largas poderá optar-se por colocar luminárias numa placa central de modo a garantir a uniformidade da iluminação. A utilização de postes multifuncionais pode ajudar na simplificação do espaço público, onde agora existem espalhados pelos passeios vários tipos de elementos de iluminação, sinalização, mobiliário urbano e caixas técnicas, retirando espaço ao movimento pedonal. Este é um problema também recorrente nas redes de 3º e 4º nível, embora exista sempre o problema de por vezes os postes de iluminação não coincidirem em termos de distância com aquelas referidas no código da estrada.

As redes de 3º e 4º nível são caracterizadas por ruas onde o peão toma maior importância e o trânsito rodoviário se faz a velocidades reduzidas, **devem sobretudo ter em atenção uma deslocação em que o peão se sinta seguro e consiga ver bem á distância, evitando recantos escuros.** A diferença entre estas ruas baseia-se essencialmente na largura destas. Muitas vias são arborizadas, deste modo é importante existirem elementos de iluminação de preferência que iluminem a uma altura abaixo da copa as árvores e que estejam presentes em ambos os lados da via. Desta forma não existirá, um lado da rua potencialmente mais escuro que o outro, e a menor altura da iluminação irá ajudar na manutenção do material vegetal, evitando cortes excessivos. As luminárias poderão ser de emissão semi directa, para poderem também iluminar o material vegetal tal como a estrada.

5.2.2. Espaços Singulares

Espaços pontuais relevantes e estruturantes da cidade. Lugares *non aedificandi*, delimitados no tecido urbano. Lugares de encontro e de permanência, onde se concentram os principais serviços, equipamentos colectivos, zonas comerciais e culturais da cidade. Espaços de concentração de pessoas e de trocas sociais. Espaços com regras próprias. Os espaços singulares podem ser: Praças e ruas pedonais, Interfaces e Terminais, Cemitérios, Miradouros e Azinhagas. Por serem espaços de características em geral abertas as luminárias devem ter emissão semi-directa.

- Praças e Ruas Pedonais

Espaços de permanência e de uso colectivo. Lugar de encontro, de estar e lazer, de acontecimentos, de práticas sociais e culturais. São, na sua maioria, espaços simbólicos da cidade. Uma Praça distingue-se dos restantes espaços por ser desenhada e planeada - a sua raiz é intencional. Estes espaços são aqueles que podem gozar de uma criatividade especial conforme a unidade onde estejam presentes. **Alguns destes pontos podem ter grande destaque, por serem históricos ou por serem contemporâneos, de diferentes maneiras a luz e os elementos de iluminação trazem significado ao espaço público.** A luz deve ser uniforme, de modo a que, nomeadamente nas praças, se destaquem os elementos mais significativos do espaço. A Luz é um dos factores determinantes para que estes locais mantenham as suas características de permanência e uso colectivo também no período nocturno, muitas vezes esquecido.

- Interfaces e Terminais

Interfaces são “Áreas com função de articulação entre os modos de transporte (público e/ou privados), e relativos ao sistema de passageiros e/ou mercadorias.”.

Os terminais são “Instalações terminus de determinado modo de transporte, correspondendo ao ponto de início e de fim de serviços de transporte proporcionados pelo modo em causa.” in *PDM de Lisboa*.

Estes são locais onde se cruzam muitas pessoas e onde a iluminação deve ter em atenção a segurança das pessoas criando boa visibilidade no interior e em redor das estruturas, estes são outros espaços onde a criatividade na luz pode estar presente.

Os tipos de elementos de iluminação irão depender da unidade homogénea de espaço público onde se encontre.

- Cemitérios

É um recinto destinado à sepultura dos defuntos, deste modo os cemitérios são lugares de prática religiosa. Em termos de iluminação requer apenas uma abordagem muito sóbria em relação tanto à luz como ao equipamento.

- Miradouros

São «PONTOS DOMINANTES, sistemas de vistas que se apoiam em sítios especialmente destacados pela fisiografia da Cidade, caracterizados pelas vistas panorâmicas mais amplas, abrangendo sectores especialmente importantes da paisagem urbana...» in *PDM de Lisboa*.

Os miradouros são dos pontos de maior interesse cultural da cidade de Lisboa, e dos mais apreciados pelas massas. O miradouro deve ser sempre, como referido em capítulos anteriores, **um local com menor intensidade luminosa em relação ao seu envolvente, de modo a realçar os contrastes da paisagem nocturna e tornar visível a estrutura de utilização do espaço**. A luz é claro um factor importante nas vistas, mas não só importante no local no miradouro mas também no percurso médio da visão do observado tal como no fundo, isto é, as diferentes intensidades com se observa as luzes exteriores ao miradouro poderá destacar ou esconder certos aspectos da paisagem, sendo este um ponto determinante em que o arquitecto paisagista pode avaliar o impacto na paisagem global da cidade.

- Azinhagas

Caminhos antigos, contidos entre muros, eixos de circulação do sistema dos núcleos históricos, marcas da propriedade.

São normalmente vias de acesso casual, deste modo apenas necessitam iluminação de presença.

5.2.3. Estrutura Verde

Espaços maioritariamente verdes, delimitados no tecido urbano, que formam a estrutura ecológica urbana. Por princípio são lugares *non aedificandi*. “As áreas verdes são áreas em que se privilegiam a protecção de recursos naturais e a salvaguarda de valores culturais,

paisagísticos e urbanísticos, e o apoio ao recreio e lazer da população”. *in artigo 78º de PDM*

A *Estrutura Verde* divide-se nas seguintes categorias: matas, parques urbanos, jardins, espaços de proximidade, verde de enquadramento e verde integrado.

Matas

Espaços revestidos de vegetação, em que o extracto arbóreo predomina sobre os restantes (arbustivo e herbáceo), com funções de protecção e eventualmente de produção. Integram a estrutura verde principal. São **áreas onde não existe nem se pretende que exista muita circulação nocturna, deste modo a iluminação deve-se resumir aos caminhos principais.**

Parques Urbanos

Espaços verdes de grande dimensão, de uso à escala da cidade. Espaços de recreio activo que se integram na estrutura verde principal. Os parques urbanos são outros dos espaços onde a criatividade do arquitecto paisagista mais pode ser notada, por serem espaços de grande dimensão, a sua articulação com a iluminação pode proporcionar um outro nível de utilização do espaço durante a noite, criar zonas distintas ou formar ligações, de certo modo é aqui que melhor se pode notar uma conceptualização do espaço nocturno pelo arquitecto. Embora existam certos elementos a cumprir como referido em capítulos anteriores, nos parques urbanos existe ainda grande espaço de manobra para intervenções criativas.

Jardins (e jardins patrimoniais)

Jardins Patrimoniais são áreas verdes de especial importância e valor histórico, cultural e paisagístico, que devem manter as características da sua concepção inicial ou resultantes da sua evolução histórica. Integram a estrutura verde secundária. Os jardins, em geral, devem ser espaços onde a iluminação deve reger-se conforme a unidade homogénea de espaço público onde se insere. A iluminação pode também ter um certo grau de criatividade tanto em termos de luz como de equipamento, embora o fundamental seja evitar conter zonas escuras ou sombrias. Ao contrário dos parques urbanos **os jardins são áreas com apenas uma identidade, onde não existe segregação de espaços no seu interior, deste modo devem também em iluminação ser tratados como um espaço só.**

Espaços de Proximidade

Espaços verdes públicos de bairro, de recreio activo, com um raio de influência a que corresponde um bairro ou uma unidade de vizinhança. São definidos por terem uma área de influência, até 1 km, a pé. Ponto de encontro do bairro, com uma função e uso recreativo. Integram a estrutura verde secundária. **Estas são também as áreas da estrutura verde, normalmente, mais fatigadas pelo vandalismo, deste modo os equipamentos de iluminação devem ter este factor como um dos principais, junto com uma luz uniforme evitando zonas escuras de modo a favorecer um sentimento de segurança.** Dependendo da unidade homogénea de espaço público onde se encontre pode ser alvo de um projecto mais criativo.

Verde de Enquadramento

Áreas protecção às vias rápidas, ao aeroporto, e às áreas de maior ruído. De enquadramento paisagístico e ambiental de áreas edificadas ou infra-estruturas. Áreas onde a iluminação é provida das vias adjacentes, não requerem nenhuma atenção especial em termos de iluminação.

Verde integrado no edificado

Zonas verdes de pequena dimensão, canteiros e logradouros do quarteirão. Espaços verdes de bairro. Superfícies com revestimento vegetal sobre a laje de cobertura de edifícios. Iluminação simples de localização, é aconselhado evitar o excesso de iluminação de modo a não existirem custos desnecessários.

5.2.4. Unidades Homogéneas de Espaço Público

As Unidades Homogéneas de Espaço Público são zonas da cidade dotadas de identidade própria apresentando características uniformes quanto ao contexto urbanístico, traçado da malha urbana e ocupação do espaço público. Estas dividem-se em zona histórica de traçado regular, zona histórica de traçado irregular, traçado planeado ortogonal, traçado estruturado, traçado espontâneo, traçado vazado, traçado murado e zona ribeirinha. Estão inseridos nestas áreas as vias de 3º e 4º nível, tal como alguns dos pontos singulares e da estrutura verde.

Zona Histórica

É constituída pela área de tecido urbano histórico anterior a 1800, que define a zona patrimonial da cidade. Inclui a cidade antiga, medieval, dos descobrimentos, barroca e pombalina. A sua delimitação está conforme a definição do PDM. Esta divide-se em traçado irregular e traçado regular, este último constituído apenas pela Baixa Pombalina. Nesta zona **a iluminação deve seguir um destaque mais histórico em relação aos seus elementos mantendo a sua identidade**. A luz em bairros mais movimentados de noite aconselha-se que seja de cor branca, de tonalidade quente, de forma a realçar melhor os contrastes e a profundidade das ruas, melhorando o sentimento de segurança. Os outros locais podem manter a luz de cor amarela, característica também dos tempos antigos de quando as ruas eram iluminadas por lampiões a óleo. É ideal se existir remodelação e manutenção dos aparelhos antigos que se encontram nesta zona, já aconteceram vários casos de melhorias feitas a muitos destes equipamentos, temos como exemplo as luminárias que se encontram na Praça D. Pedro IV.

Traçado Planeado Ortogonal

Tecido Estruturado e Planeado, organizado em Quadrícula, de base Ortogonal. Tecido urbano posterior ao séc. XIX. Traçado reticulado, contínuo e regular. Quarteirão tradicional, Rua-corredor. Requer um tratamento mais clássico de iluminação, equipamento com um aspecto menos contemporâneo e uma luz de cor branca amarelada.

Traçado Estruturado

Tecido Estruturado, fruto de uma evolução linear, sem uma estrutura reticulada.

Tecido urbano posterior ao séc. XIX. Traçado descontínuo, por vezes irregular, Rua-corredor. Área onde os equipamentos devem ter um desenho mais contemporâneo acompanhando o desenho do edificado, a luz recomendada é a de cor branca.

Traçado Espontâneo

Tecido sem uma clara definição de traçados, originado de uma forma casual e espontânea, que não se enquadra em nenhuma das outras categorias. Bairros de auto-génese. São espaços que pecam muitas vezes por insegurança, luz de cor branca e homogénea em todo o seu percurso é recomendada.

Traçado Vazado

Tecido urbano constituído por amplos espaços onde são implantados edifícios isolados, composto sobretudo pelos traçados da «Cidade Moderna» (Carta de Atenas).

Malha aberta e descontínua, pode ser planeada ou não. Edifícios isolados em amplos espaços verdes. Este tecido é caracterizado pela existência de espaços verdes entre a rodovia e os edifícios, logo a luz branca é a mais indicada para estes espaços favorecendo tanto a componente paisagista como a de segurança. Outro dos pontos importantes é haver uniformidade na luz ao longo dos percursos, pois as zonas escuras serão mais notórias devido à grande presença de vegetação.

Traçado Murado

Um traçado caracterizado por um tecido urbano delimitado por muros. O arruamento público é demarcado pelos muros que limitam a propriedade, os quarteirões são delimitados por muros ou vedações. Corresponde, na maioria dos casos, ao tecido de baixa densidade, composto essencialmente por habitação unifamiliar até 3 pisos. **Estes são bairros compostos por vias rede local em que o movimento rodoviário tem menor importância, em comparação ao pedonal, tendo atenção a que a iluminação incida sobre a rua e não as casas ou jardins privados.**

Zona Ribeirinha

Zona da cidade correspondente à Margem Ribeirinha. Zona plana e aberta, que se desenvolve ao longo da linha de costa, junto ao Rio Tejo. De momento, Lisboa ainda se encontra muito fechada ao rio devido à área ocupada pelo porto, existem alguns planos para retracção do porto, abrindo deste modo espaço para as pessoas. Estes espaços podem ser fonte de experiência em vários níveis incluindo iluminação.

5.3. PROPOSTA de PLANO de ILUMINAÇÃO para as AVENIDAS NOVAS

5.3.1. Análise da Área da Proposta

Tendo em consideração os aspectos indicados no capítulo anterior, foi realizada uma avaliação de uma área compreendida nas Avenidas Novas em termos da iluminação pública existente.

A área em questão é limitada a Norte pelas Avenidas de Berna e João XXI, a Este pela Rua de Dona Estefânia, a Sul pela Rua de Santa Marta e a Avenida Duque de Ávila e finalmente a Oeste pelas ruas de São Sebastião da Pedreira e do Marquês Sá da Bandeira (Figura 35). Esta área corresponde a parte da Unidade Homogénea de Espaço Público de Traçado Estruturado Ortogonal. Destacam-se ao longo deste espaço duas vias da rede fundamental de 2º nível, dois espaços verdes (os jardins do Arco do Cego e da Praça José Fontana), e espaços singulares como a Praça do Duque de Saldanha e a Avenida Duque de Ávila (ciclovía).



Figura 35 - Área da proposta.

As avenidas pertencentes à rede fundamental de 2º nível são: a Avenida Fontes Pereira de Melo e a Avenida da República. Estas vias têm grande expressão no movimento rodoviário da cidade, e também muito movimento pedonal até ao início da noite. Todas as outras vias pertencem às redes de 3º e 4º nível, apresentando maioritariamente tipologias demonstradas nas figuras 36 e 37. Muitas das ruas arborizadas apresentam compassos de plantação diferentes, devido à diferença entre espécies ou também, aparentemente, de projecto. Não existe grande movimentação nestas ruas a partir do início da noite, normalmente associadas ao retorno das pessoas às suas casas.



Figura 36 - Perfil 1 definido por vias arborizadas sem separador central.

Figura 36 - Perfil 2 definido por uma via com separador central arborizado.

Em relação aos espaços verdes, destacam-se o jardim do Arco do Cego e o jardim da Praça José Fontana, os maiores espaços de exteriores de estadia nesta área. O primeiro de desenho contemporâneo, com bastante utilização de dia e alguma de noite. O jardim da Praça José de Fontana, de desenho mais Romântico e com presença de um quiosque central, é maioritariamente utilizado de dia, sendo de noite um espaço pouco movimentado. Existem vários espaços verdes de proximidade nesta área, mas sem a importância dos jardins acima referidos.

Os espaços singulares presentes são essencialmente a Praça do Duque de Saldanha e a Avenida Duque de Ávila. A Praça do Duque de Saldanha é um espaço muito movimentado em termos pedonais e rodoviários, principalmente de dia. Durante a noite existe ainda movimentação na praça mas em muito menor número. Não é propriamente um espaço de estadia, sendo definido principalmente por uma dinâmica de movimento. A Avenida Duque de Ávila é considerada um espaço singular devido à recente construção de uma ciclovia. Esta obra recente aumentou grandemente o espaço pedonal num dos lados da via, o que possibilitou a criação de várias esplanadas, que têm sido motivo de estadia de pessoas durante a noite.

5.3.2. Aspectos Negativos na Iluminação da Área de Estudo

Após uma análise desta área, realizada através de visitas nocturnas, diurnas, e também através de dados georreferenciados fornecidos pela CML foram encontrados vários aspectos negativos, tais como:

- Variedade excessiva de equipamentos em ruas de igual tipologia;
- Diferente disposição de equipamentos em ruas com a mesma tipologia;
- Demasiada luz em certos locais devido a voltagem excessiva ou a má colocação do equipamento;
- Vários locais com falta de manutenção, zonas de sombra com ausência de equipamento ou com luz desligada em grande extensão;
- A presença de iluminação de cor branca na ciclovia da Avenida Duque de Ávila, sendo todas as outras ruas (nomeadamente as que dispõem de árvores) iluminadas com luz de cor amarela;
- Existência de luminárias do tipo globo.

Existe grande variedade de equipamentos, tanto em termos de luminárias como de lâmpadas e colunas/suportes, como demonstram a figura 38 e o Anexo 1. Este aspecto, juntamente com a disposição dos equipamentos de forma diferente, cria uma luz demasiado heterogénea para espaços tão similares e contíguos. Os custos e a manutenção também são prejudicados deste modo.

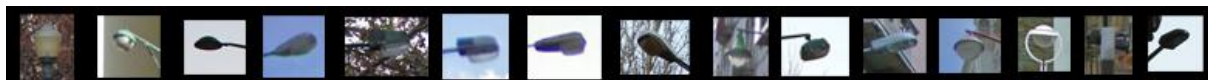


Figura 37 - Os vários tipos de luminárias existentes na área de estudo.

No anexo 1 (Excerto deste anexo na Figura 38) pode ver-se a distribuição das diferentes luminárias pela área de estudo. Na zona abaixo da Avenida Fontes Pereira de Melo existe quase em exclusivo um só tipo de luminária, o que se deve ao menor número de projectos realizados nesse local (Figura 39). Em outros espaços da área de trabalho nota-se que onde, existiram alterações, houve a colocação de iluminação nova. Esta foi a principal causa para a existência de tão grande diversidade nos equipamentos de iluminação.



Figura 38 - Com a Avenida Fontes Pereira de Melo a meio, distinguem-se os locais em cima onde existiram alterações, ocorreu a colocação de equipamentos novos, em contraste com a área a baixo menos intervencionada. Cada círculo de diferente cor representa um tipo diferente de luminária.

Em certos sítios nota-se o excesso de luz, em contraste com outros, em que não existe luz ou ocorrem zonas sombrias (Figura 39). Existem casos em que a potência da lâmpada é demasiado elevada para a altura a que se encontra a luminária ou luminárias que se encontram demasiado próximas umas das outras, em zonas que não são cruzamentos ou entroncamentos, o que causa excesso de luz (Figura 40).



Figura 39 - Ponto escuro na Rua de Santa Marta, ausência de equipamento de iluminação.



Figura 40 - Excesso de luz causado pela proximidade de três luminárias num espaço pequeno.

Numa área com várias avenidas e ruas arborizadas, a utilização de lâmpadas de temperatura de cor amarela, é uma perda para a actividade e movimento citadino nocturno. A luz de temperatura de cor amarela reduz a intensidade das cores, dando origem a uma paisagem pobre em termos cromáticos, porque todos os objectos ficam com um tom amarelado.

Em termos de espaços verdes o problema mais claro encontrado foi a presença de luminárias de globo no jardim da Praça José Fontana. Estas luminárias são de grande ineficiência energética e provocam elevada poluição luminosa (Figura 41). Existem igualmente luminárias de dispersão difusa em várias vias e em alguns espaços verdes de proximidade.



Figura 41 - Exemplo de luminárias de dispersão difusa no jardim da Praça José Fontana e na Rua Pedro Nunes, respectivamente.

5.3.3. Aspectos Positivos na Área de Estudo

No entanto, nem tudo é negativo, nesta área. As Avenidas da República e Avenida Fontes Pereira de Melo são em geral bons exemplos de uma iluminação estruturada, frequentemente através dos mesmos equipamentos, boa distribuição de luminárias e de luz. Muitas vias da rede fundamental de 2º nível, da qual as referidas na área de estudo fazem parte, já foram abordadas pela Divisão de Iluminação Municipal, no sentido de ser utilizado o mesmo modelo de equipamentos. Este equipamento pode ser visto também na Avenida da Liberdade e parte da Avenida Almirante Reis.

O Jardim do Arco do Cego é também um bom exemplo de iluminação de um espaço público verde, de modo que o caminho principal é iluminado e existe uma boa cobertura de luz na área ampla de relvado, possibilitando uma visão panorâmica de todo o jardim, sem áreas sombrias (Figura 42).

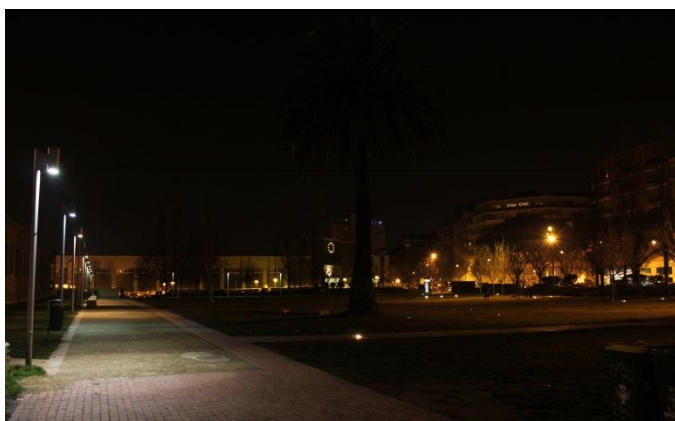


Figura 42 - Boa visão panorâmica em todo o Jardim do Arco do Cego.

A Avenida Duque de Ávila deve ser igualmente destacada positivamente pela utilização de iluminação de tonalidade branca, sendo esta via arborizada. De salientar também a inalteração das luminárias que ali existiam antes das obras, facto que não se tem verificado naquela área em requalificações semelhantes. Apenas foram introduzidas luminárias específicas para iluminação da ciclovía.

5.3.4. Proposta do Plano de Iluminação

A análise realizada à área de trabalho, mostrou vários aspectos negativos em relação à iluminação pública existente, mas também foram reveladas algumas características positivas. A proposta do plano de iluminação focar-se-á na resolução dos aspectos negativos e manutenção dos positivos, de forma a criar uma estrutura facilmente

interpretável e utilizável. A proposta baseia-se principalmente na uniformização de equipamentos e distribuição de luz nas ruas de tipologia semelhante. Como referido na análise existem vários tipos de luminárias ao longo desta área, pretende-se reduzir ao máximo esse número.

Em geral na área de estudo, mas igualmente por toda a cidade, a variedade dos equipamentos é mais notória nos espaços canais. Em termos desta área de trabalho é possível reduzir o número de luminárias nos espaços canais para 3 ou 4 tipos. Este é um valor muito diferente do que actualmente se verifica.

As vias de segundo nível, nomeadamente a Avenida da República e a Avenida Fontes Pereira de Melo, encontram-se dentro dos bons padrões de iluminação e de uniformização de equipamentos para esta tipologia. Como acima referido existiu anteriormente um esforço em uniformizar certas artérias da cidade, de acordo com a hierarquia de vias presente no PEEPL. As luminárias utilizadas apresentam dispersão de luz directa, limitando a poluição luminosa à luz reflectida pelas superfícies. Apenas alguns segmentos da via dispõem de diferentes equipamentos, pelo que estas são as únicas alterações que devem ser promovidas.

Em relação às vias de nível inferior, a desorganização na distribuição das luminárias e a variedade das mesmas são o aspecto negativo desta área. Em termos de manutenção, situações deste tipo são um desastre. O ideal para esta área seria dispor, nesta tipologia de vias, de um só tipo de luminária que pudesse ser instalada em fachadas e em postes. Deste modo, tanto a luz como o equipamento seriam esteticamente uniformes. Devido às restrições financeiras da CML, não é viável comprar um equipamento com estas características para toda esta área. Sendo assim devem ser recuperados e reabilitados os equipamentos presentes neste espaço até serem substituídos posteriormente.

Como referido na análise da área proposta existem duas tipologias de vias. A primeira tem como exemplo a Avenida Luís Bivar, via composta por dois passeios laterais com estacionamento e uma plataforma central arborizada com estacionamento, com uma largura média de 20m. Para vias deste tipo, as luminárias devem ser



Figura 43 - Exemplo de luminária para uma tipologia de via com plataforma central arborizada.

colocadas nas fachadas, aproximadamente a 6m de altura, com uma distribuição bilateral oposta (Figura 43). Esta colocação possibilita otimizar o espaço livre nos passeios e evitar zonas sombrias criadas pelas copas das árvores. As luminárias podem apresentar dispersão de luz indirecta de modo a iluminar parte do material vegetal, contribuindo para uma melhoria estética deste espaço nocturno.

A segunda via tem como exemplo a Avenida Miguel Bombarda, composta por dois passeios laterais arborizados e com estacionamento, com uma largura média de 20m. Ao contrário do primeiro tipo de via, este não é favorecido com as luminárias colocadas nas fachadas dos edifícios, pois seriam tapadas pelas copas e troncos das árvores que se encontram nos passeios. Uma colocação de luminárias em postes com distribuição bilateral oposta, a 6 m de altura, será óptima para iluminar todo o espaço (Figura 44). As luminárias, tal como no exemplo anterior, podem apresentar dispersão de luz indirecta, de modo a iluminar parte do material vegetal.



Figura 44 - Exemplo de equipamento para vias arborizadas sem plataforma central.

Algumas ruas como a Avenida 5 de Outubro ou a Rua Engenheiro Vieira da Silva são semelhantes a estas tipologias, embora um pouco mais largas. Nestes casos apenas a altura a que se encontram as luminárias deve sofrer alteração em relação ao proposto, de modo a adaptarem-se à via.

Estas tipologias estão representadas em planta no anexo 2 (excerto deste anexo na Figura 45), sendo possível identificar facilmente a estrutura proposta através dos 3 tipos de tipologia representados. A tipologia de iluminação porposta para as vias de 2º nível é indicada pelos pontos vermelhos, a azul as vias secundárias com plataforma central arborizada e a amarelo as vias sem plataforma central arborizadas.

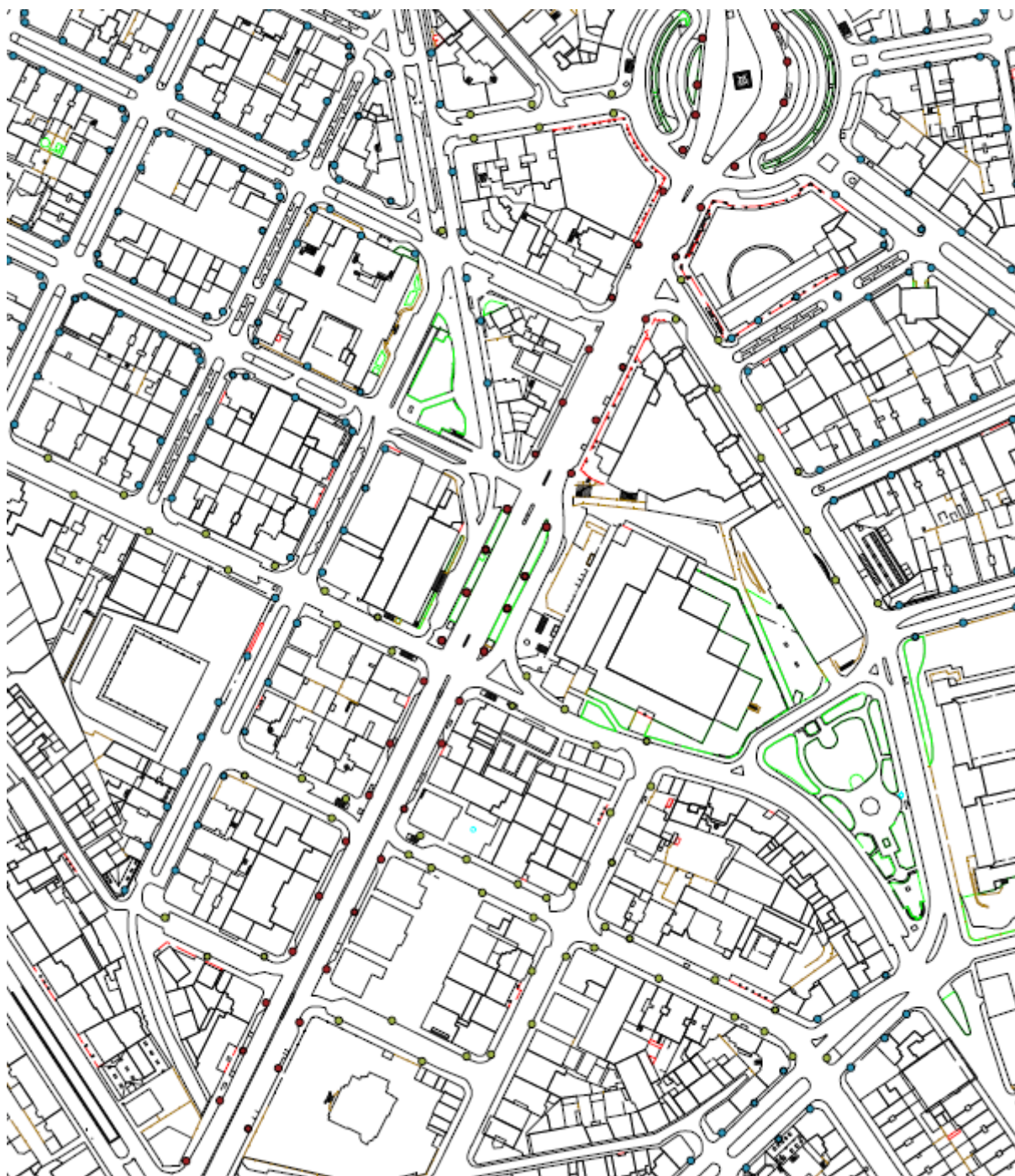


Figura 45 - Proposta para as vias canais. Os pontos vermelhos indicam a tipologia de iluminação para vias de 2º nível, os pontos azuis as vias com plataforma central arborizada, e a amarelo as vias arborizadas sem plataforma central.

Em relação aos espaços verdes, existem alguns dos aspectos negativos evidenciados nos espaços canais. Embora o problema da variedade de equipamentos, só seja notória quando se presta atenção a esse facto, a questão é no entanto mais problemática em termos de gestão ao nível de todo o concelho. Individualmente os espaços verdes podem ter equipamento diferente, mas no somatório de toda a cidade é um encargo enorme em termos

de manutenção. Nos jardins em geral, são utilizados cinco tipos de iluminação: “Uplighting” de elementos, iluminação de caminhos a baixa, média e alta altura e postes de iluminação geral para espaços abertos. Com isto em mente, é possível normalizar equipamentos para este tipo de iluminação nos espaços verdes. Qualquer outro tipo de iluminação utilizado não terá uma utilização tão grande como estes, sendo a manutenção destes equipamentos também mais fácil e menos dispendiosa. A normalização de tipos de equipamentos tem grande importância na estruturação do plano de iluminação de uma cidade.

Com isto presente, o Jardim do Arco do Cego é um bom exemplo de iluminação de um jardim, os equipamentos presentes nesse espaço podem ser propostos para utilização em projectos de desenho contemporâneo.

O jardim da Praça José Fontana é um caso diferente, por ter um desenho de estilo romântico, entra numa outra tipologia de espaço verde, mais próxima de jardins da Zona Histórica Regular como o Campo Mártires da Pátria, Miradouro São Pedro de Alcântara, entre outros. A utilização de luminárias do estilo “lâmpião” são as mais indicadas para esta tipologia de desenho de espaço verde.

Os espaços verdes de proximidade são áreas em que facilmente se pode simplificar o tipo de equipamento a ser utilizado. As luminárias devem ser todas do mesmo tipo, apenas diferentes nas Zonas Históricas, de preferência de acordo com os modelos principais definidos em cada Unidade Homogénea de Espaço Público. As luminárias para estes espaços devem ser de difusão directa ou semi-directa, e o nível de iluminação igual à via adjacente que tiver a maior intensidade luminosa. É importante notar que os espaços verdes de proximidade com parques infantis devem ter uma iluminação própria e mais intensa que o espaço envolvente.

Em geral, em toda a área de estudo, existe diverso material vegetal, a utilização de iluminação com uma forte tonalidade amarela não favorece as formas, texturas e cores dessa vegetação. Na minha avaliação uma mudança na temperatura de cor das lâmpadas nesta zona em particular, para tons mais brancos, numa gama mais próxima dos 4000°K, e com índice de reprodução de cor mais próximo dos 100 favorecerá esta área em termos estéticos, valorizando a variedade de cores e texturas das árvores mas também na segurança, permitindo uma leitura facial mais fácil à distância.

6. CONCLUSÃO

O objectivo de uma boa iluminação é a eliminação de efeitos adversos da iluminação exterior, tais como luz mal direccionada, encadeamento, desperdícios energéticos e halo luminoso. Um bom sistema de iluminação pública é um passo essencial, em direcção a este objectivo mas, para se atingir esse objecto não é apenas necessário um código de iluminação, mas também uma implementação e reforço efectivo deste no dia-a-dia. Depois da adopção de um código este deve garantir boas práticas de iluminação na realidade, ou não terá sido consigo o efeito.

A organização do plano de luz promoverá uma padronização dos elementos de iluminação pública, realçando ainda mais a personalidade da cidade de Lisboa.

A identificação realizada das tipologias de iluminação para várias unidades homogéneas de espaço público, permite estruturar a cidade, melhorando a legibilidade dos vários tipos de espaços, respeitando a identidade e história destes. Em conjunto com as matrizes de avaliação para análise de elementos de iluminação, pretende-se que cada unidade tenha apenas designado um tipo de elemento, ou seja, suporte, luminária, consola, lâmpada, etc. Assim quando houver necessidade de manutenção, a acção dos serviços municipais poderá ser mais rápida e eficiente, deixando de existir intervenções desligadas umas das outras. Esta estruturação contribuirá também para o aumento da eficiência energética, limitando a poluição luminosa por um lado, e reduzindo os espaços perigosos de circulação nocturna por outro.

Actualmente, nos serviços de gestão da iluminação pública da CML, já existe um plano de inventariação de todo o material existente, que revelou a multiplicidade e variações dos elementos de iluminação em Lisboa. A implementação de um tipo de iluminação “normalizada” na cidade, pela CML, para as várias tipologias de espaço público e estrutura verde, facilitará a gestão e planeamento pelos serviços municipais.

A elaboração destas tipologias de iluminação também ajudará os projectistas e outros técnicos nas transformações nocturnas do espaço público. O plano tem igualmente como objectivo criar uma estrutura base de iluminação por toda a cidade, deixando definidas áreas onde as restrições em termos de iluminação são mais esbatidas proporcionando espaço para que os intervenientes no desenho do espaço público tenham maior liberdade de expressão.

O plano proposto para o Bairro das Avenidas Novas, é um exemplo concreto de como o sistema de iluminação pode ser implantado, respeitando todos os princípios indicados no Plano Estratégico do Espaço Público de Lisboa.

Com este trabalho pretendo realçar a importância do arquitecto paisagista no planeamento do espaço público nocturno, mostrar uma outra vertente da arquitectura pouco explorada, tanto a nível projectual, mas principalmente em termos de ordenamento do espaço público. O planeamento conceptual do espaço público pelo arquitecto paisagista é elaborado de acordo com muitos outros factores presentes, mas, por vezes, a iluminação é “esquecida” ou considerada em projectos que vão sendo executados casuisticamente. O arquitecto paisagista deve ter isto em mente, e planear o espaço para o seu período nocturno e diurno, tendo em conta o impacto visual que têm ou podem ter os elementos de iluminação.

Neste trabalho são revelados tipos de iluminação e as formas com que normalmente são utilizados. É pois do interesse do arquitecto paisagista ter conhecimento sobre estas potencialidades aquando da discussão do projecto com outros intervenientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMÂRA MUNICIPAL DE LISBOA - *Plano Estratégico para o Espaço Público de Lisboa – Matriz Geral*, Lisboa; CML – DMAU – Divisão de Estudos e Projectos, 2007.

CORDEIRO, Bruno Cordovil da Silva - *A iluminação pública em Lisboa e a problemática da história das técnicas*, Dissertação de Mestrado em Ciências Sociais, ICS/UL, Lisboa, 2006.

RNAE, Associação das Agências de Energia e Ambiente - *Eficiência Energética na Iluminação Pública*, 2011.

E-Street Initiative - *Work Package 4.2, National Guide Lines: E-Street*, 2008.

HARGROVES, R. – *Lighting for Pleasantness Outdoors*, 2001 in Raynham, P. J. – *Public Lighting in Cities*, Londres: University College London, 2007.

HARRIS, Charles W; DINES, Nicholas T. – *Time Saver Standards for Landscape Architecture*, Nova York: McGraw-Hill, Inc, 1998.

INDALUX - *Luminotecnia, Control y Aplicación de la Luz*, 2002.

LANDPHAIR, Harlow C. – *Landscape Architecture Construction*, Nova York: Department of Landscape Architecture, Texas A&M University, 1998.

LICHT.DE - *LICHT.WISSEN 03 Roads, Paths and Squares*, Frankfurt, (s.d.)

MAGALHÃES, Maria Manuela Raposo – *A Arquitectura Paisagista, Morfologia e Complexidade*. Lisboa: Editorial Estampa, 2001.

MARTIN, Ramón San – *Espai Públic Urbà, Guia per a l'elaboració de plans directores d'enllumenat public*, Barcelona: Institut d'Edicions de la Diputació de Barcelona, 2001.

NARBONI, Roger – *New Trends in Urban Lighting*, Apresentação em Powerpoint, 2010

NARBONI, Roger - *A Luz e a Paisagem – criar paisagens nocturnas*, Lisboa: Livros horizonte, 2003.

NETO, Alexandre José Nunes – *As luzes da cidade – Iluminação Arquitectónica e Urbanística, proposta para Caldas da Rainha*, Dissertação de Mestrado em Arquitectura, IST/UTL, Lisboa, 2009.

PAULIN, Douglas – *Full Cutoff Lighting: The Benefits* – revista LD+A, 2001.

PHILIPS – *Luz Branca, Transformar a noite nas cidades*, 2008.

PINTO-COELHO, Maria - *A importância da iluminação na imagem da cidade: opções axiais e configuração urbana*, Lisboa: Faculdade de Arquitectura de Lisboa, 1995.

TEIXEIRA, António - *Projecto de uma iluminação pública*, http://paginas.fe.up.pt/~arminio/Proj_Ilum_Pub.pdf (2003). Acesso em: 26 de Maio de 2011.

RAMSAY, Malcom – *The Effect of Better Street Lighting on Crime and Fear: a Review*, Londres: Home Office Crime Prevention Unit, 1991.

RAYNHAM, P. J. – *Public Lighting in Cities*, Londres: University College London, 2007.

SARAIVA, António Paula – *Princípios de Arquitectura Paisagista e de Ordenamento do Território*, Lisboa: João Azevedo, 2005.

SANTEN, Christa van – *Light Zone City, Light Planning in the Urban Context*, Basileia: Birkhäuser – Publishers for Architecture, 2006.

SCHRÉDER – *Iluminar correctamente*, Revista do Grupo Schröder nº31, 2005.

SILVA, Sérgio Ferreira - *Iluminação artificial*, http://www.joinville.ifsc.edu.br/~edsonh/Pastas%20antigas/Aulas/Luminot%C3%A9cnica/Conceito_Ilumina%C3%A7%C3%A3o.pdf (2010). Acesso em: 12 Junho de 2011.

TAKADA, K., Higo, T. – *A new concept of lighting for residential areas*, 1983 in Raynham, P. J. – *Public Lighting in Cities*, Londres: University College London, 2007.

VAJÃO, Vitor - *Novas Tecnologias em Iluminação Pública*, Apresentação em Powerpoint, 2010

USAID INDIA – *Guideline, energy efficient street lighting*, Nova Déli, 2010

ANEXO 1 - Luminárias Existentes na Área de Estudo

ANEXO 2 - Proposta de Iluminação Pública para a Área de Estudo